

مركز البحوث

التنبؤ بالمبيعات

بين النظرية والتطبيق

تأليف

ريجي بوربوني   جان كلود إيزينيه

ترجمة

د . أيمن نايف العشعوش

راجع الترجمة

د . صالح بن ضحوي العنزي

بسم الله الرحمن الرحيم



مركز البحوث

التنبؤ بالمبيعات بين النظرية والتطبيق

تأليف

ريجي بوربوني   جان كلود إيزينيه

ترجمة

د. أيمن نايف العشعوش

راجع الترجمة

د. صالح بن ضحوي العنزي

١٤٢٩هـ - ٢٠٠٨م

بطاقة الفهرسة

ⓗ معهد الإدارة العامة، ١٤٢٩هـ.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر.

بوربوني، ريجي

التنبؤ بالمبيعات بين النظرية والتطبيق.

ريجي بوربوني، جان كلود إيزينيه.

أيمن نايف العشعوش - الرياض ١٤٢٩هـ

٣٤٨ ص؛ ١٧ × ٢٤ سم.

ردمك: ١-١٦٧-١٤-٩٩٦٠-٩٧٨

١- التسويق ٢- إدارة المبيعات ٣- التوقعات

أ - إيزينيه، جان كلود (مؤلف مشارك)

ب - العشعوش، أيمن نايف (مترجم) ج - العنوان

ديوي ٦٥٨,٨١ ١٤٢٩/٨١٧٦

رقم الإيداع: ١٤٢٩/٨١٧٦

ردمك: ١-١٦٧-١٤-٩٩٦٠-٩٧٨

هذه ترجمة لكتاب:

Prévision des Ventes

Théorie et pratique

3e édition

Régis BOURBONNAIS
Jean-Claude USUNIER

Ed. ECONOMICA, 2001

قائمة المحتويات

الموضـــــوع	رقم الصحفة

الموضـــوع	رقم الصحفة

الموضـــوع	رقم الصحفة

الموضـــــوع	رقم الصحفة

الموضـــــوع	رقم الصحفة

الموضـــوع	رقم الصحفة

الموضـــوع	رقم الصحفة

الموضـــوع	رقم الصحفة

الموضـــــوع	رقم الصحفة

مقدمـة:

يتم التنبؤ باســتخدام مجموعة من الطرائق المختلفة فيما بينها بهدف تخفيض درجة الشــك المرتبطة بعدم معرفة المســتقبل، ويكون التحدى كبيراً من أجل المنشآت التجارية التى لن تســتطيع، حتى فــى حال امتلاكها للقدرة على التأقلم والتحرك الســريعين، أن تخلّص نفســها من التطورات التى ستحصل ضمن بيئة عملها. بالإضافة إلى ذلك، فإن القرار سيكون مكلفاً جداً فيما لو كانت التنبؤات التى استندت إليها المنشأة غير صحيحة. من هنا نفهم سبب تخصيص بعض المنشآت إمكانيات كبيرة لإجراء تنبؤات صحيحة.

تختلف طرائق التنبؤ وفقاً للحاجات المرتبطة به، وهناك ثلاثة معايير يمكن الاستناد إليها فى تقسيم أنماط التنبؤ هى:

- الفترة الزمنية: قصيرة، متوسطة أو طويلة الأمد.
- الدقــة: اقتصاد جزئى (مؤسســة، ســوق، قطاع)، أو اقتصاد كلــى (قطاع، فروع، المجاميع الأساسية للحسابات القومية).
- التقنية المســتخدمة: نوعية (اســتخدام التحكيــم العقلانى) أو كمية (اســتخدام التقديرات الإحصائية).

تمتاز المعايير السابقة بالاستقلالية فيما بينها، فمن الممكن إنشاء تنبؤ قصير الأجل بواسطة تقنية نوعية أو تنبؤ طويل الأجل لمعطيات اقتصادية كلية بواسطة تقنية كمية.

هذه العناصر المختلفة للمعايير الســابقة تجعل طرائق التنبؤ الواجب اســتخدامها مختلفة تبعاً للحاجة إلى المعلومات المرغوب إجراء التنبؤ حولها، ومن هنا فمن الصعب أن نعالج فى كتاب واحد مجموعة من المواضيع بهذا الاتســاع ومن ثم سنخصص هذا الكتاب للمواضيع الأساســية المتعلقة بالتنبؤ الكمى القصير الأجل للمنشــأة فى حين ستكون الأوجه الأخرى للتنبؤ معروضة بشكل مختصر[1].

بالإضافة إلى العرض النظــرى لطرائق التنبؤ، يهتم المؤلفان بالجانب التطبيقى لهذه الطرائق، ومن أجل ذلك ومن خلال حالات عملية، يشرح المؤلفان طريقة المعالجة الإحصائية وكيفية تطبيقها على المعطيات المتاحة باستخدام المعالجة الآلية لنظام التنبؤ.

بالإضافة إلى ما سبق، فإن هذا الكتاب يتضمن أيضاً كيفية فهم آلية تحديد طريقة التنبؤ المناســبة ونمط نمــوذج التنبؤ وذلك تبعاً للقطاع المســتخدم أو للمجال الزمنى المرغوب أو للاستخدام العملى.

---

(١) يســتخدم هذا الكتاب طريقة تعتمد على تحليل السلاســل الزمنية ولن يتعرض (إلا باختصار) للتسويق الكمى عندما يكون مستنداً إلى معطيات مأخوذة من استطلاعات لآراء المستهلكين.

لماذا نستخدم النماذج؟

الكثير من الأشخاص يستخدمون التنبؤ بأشكاله المختلفة، ولكن القليل منهم من يعترف بوجود آلية منطقية أو نموذج رياضى فى التنبؤ أو فى أى تحليل لنظام اجتماعى أو فيزيائى. لنأخذ على سبيل المثال، وكيل صرف العملات فى أحد البنوك الذى يقول بأن مؤشر السوق المالى سيرتفع العام القادم. وهو يتنبأ بذلك لأنه رأى هذا المؤشر مرتفعاً خلال السنوات الأخيرة ولاعتقاده بأنه سيستمر فى الارتفاع مهما كانت الأسباب التى أدت إلى ارتفاعه فى السنوات السابقة.

ولكن من الممكن أيضاً الاعتقاد بأن المؤشر المالى سيرتفع؛ لأن هناك علاقة معقدة تربطه بمجموعة من المتغيرات الاقتصادية الكلية والمتغيرات السياسية. فمن الممكن لعامل الصرف أن يتصور علاقة ما بين المؤشر المالى والناتج القومى الخام أو النتائج المالية للمنشأة أو معدل الفائدة فى حال استند إلى بعض الفرضيات المعقولة المتعلقة بالتحرك المستقبلى لهذه المتغيرات وبارتباطها بالارتفاع المتوقع للمؤشر المالى.

إن كان هناك من كلمة تصف طريقة التنبؤ السابقة فإننا نعبر عن ذلك بالحدس على الرغم من اختلاف طريقتى التفكير فى الحالتين السابقتين. وكيل الصرافة لن يقول بالتأكيد بأن التنبؤ تم باستخدام نماذج السوق المالى لعدم توافر أية معادلة رياضية مكتوبة، ولكنه من جهة أخرى استخدم بشكل ضمنى شكلاً من أشكال النماذج، فلو كان هذا العامل قد استند فى تنبئه المتفائل إلى معدلات النمو السابقة للمؤشر نفسه، يكون بذلك قد استخدم نموذجاً للتمديد الخارجى لسلسلة زمنية. ولو استند فى تنبئه إلى معرفة العلاقات بين هذا المؤشر والمتغيرات الاقتصادية الكلية يكون بذلك قد استخدم نموذجاً من نماذج الاقتصاد القياسى.

ولو عدنا للتنبؤ الحدسى فإن القائم على التنبؤ يستخدم دون أن يعلم نماذج ضمنية عند إجرائه للتنبؤ. ومن ثم فإن السؤال المطروح هو لماذا نستخدم هذه النماذج بشكل صريح (غير ضمنى) ونعمل على تقديرها واختبارها إحصائياً ولا نكتفى بالاستخدام الضمنى لها؟ هناك العديد من الأسباب التى تدعو إلى ذلك.

أولاً، إن استخدام النماذج فى عملية التنبؤ يثبت بشكل واضح العلاقات التحتية المتداخلة ويعمل على تقديرها إحصائياً، بالإضافة إلى ذلك فإن الاستخدام الحدسى من أجل التنبؤ يمكن أن يتجاهل بعض العلاقات المهمة أو يؤدى إلى استخدام غير صحيح لها.

كما أن هناك بعض العلاقات الهامشية ولكنها تفسيرية وموجودة فى النموذج الإجمالى يجب اختبارها والتحقق من صلاحيتها إحصائياً ووضعها فى مكانها الصحيح وهذا بالتأكيد غير محقق مع التنبؤ الحدسى.

أخيراً، من الضرورى، بالإضافة إلى التنبؤات التى سنحصل عليها، أن نعطى درجة من الثقة لتلك التنبؤات؛ كى يستطيع المستخدم استعمالها أى أن نحدد مقدار الدقة

المعطاة لتلك التنبؤات، وفى هذا الإطار فإن استخدام طرائق التنبؤ الحدسى لا يعطى أى مقاييس كمية لجودة التنبؤ.

محتوى الكتاب:

ينقسم هذا الكتاب إلى ثلاثة أجزاء. نعالج فى جزئه الأول الحاجة للتنبؤ سواء المُعبّر عنها أو غير المعبّر عنها، ذلك أن بعض المنشآت تعانى صعوبة تحديد الصفات المختلفة لحاجة التنبؤ. فهى قد تخلط غالباً ما بين التنبؤ وبين الهدف الذى تأمل تحقيقه من عمل المنشأة وترغب فى أداة معجزة تسمح لها بالتنبؤ على كل المجالات الزمنية.

تعرض الفصول الثلاثة التالية المفاهيم الأساسية للسلاسل الزمنية وللطرائق الأساسية المستخدَمة فى المعالجة الإحصائية، إما من خلال عملية التمديد الخارجى Extrapolation للسلسة الزمنية أو من خلال اللجوء إلى السلاسل الزمنية التفسيرية.

يخصص الجزء الثانى من هذا الكتاب لطريقة التنبؤ القطاعى وتختلف النماذج المستخدَمة هنا من قطاع إلى آخر وتتناسب مع ميزات هذا القطاع. لذلك تعالج الفصول المتعلقة بهذا الجزء التنبؤ فى القطاع الصناعى وفى قطاع السلع الاستهلاكية المعمرة وفى قطاع السلع ذات الاستهلاك الكبير. وسيكون هناك فصل مخصص لمعالجة البيانات الضوئية المأخوذة من مشتريات المستهلكين فى المجمعات التجارية الكبرى من أجل التنبؤ بتأثير السياسات المختلفة المتعلقة بالتسويق. كما سيتم إجراء معالجة خاصة لبعض الحالات الخاصة المتعلقة بالتنبؤ مثل التنبؤ على المجال الزمنى القصير جداً (يوم، أسبوع) فى قطاع الخدمات أو فيما يخص المنتجات الطازجة وكذلك المسائل المتعلقة بالتنبؤ بتشكيلة الملابس الموسمية فى قطاع النسيج.

الجزء الثالث المعنون بـ « إنشاء وتثبيت نظام التنبؤ» يعالج أولاً الأسئلة المتعلقة بالمعطيات المصدر وبإدارة السلاسل الزمنية وبكيفية إجراء التحويلات الرياضية عليها. كما يبين بدائل هذا النظام ثم يختبر الحلول المختلفة للمعالجة الآلية ويعرض طريقة لإتمام التنبؤ بواسطة نظام متكامل يكون المستخدم جزءاً منه ويساهم فى تجاربه الأولية بهدف جعل هذا التنبؤ مستخدماً بشكل عملى فى المؤسسة. أخيراً، يخصص الفصل الأخير لإجراءات تقييم أنظمة التنبؤ وإلى اختيار الطريقة الأكثر ملاءمة.

بماذا يختلف هذا الكتاب عن كتب التنبؤ الأخرى؟

لا بد من الإشارة أولاً إلى عدم اعتبار هذا الكتاب مرجعاً إحصائياً، حيث تم اختصار الجزء النظرى فيه قدر الإمكان، وتم استعراض الآليات الإحصائية المستخدمة من خلال مجموعة من الأمثلة الرقمية المأخوذة من الواقع. بالمقابل فإن استخدام الأدوات

الرياضية كان محدوداً نسـبياً واقتصر على بعض المفاهيم المتعلقة بالحساب الاحتمالى التى لا تستلزم معرفة بالجبر المصفوفاتى. ومن المفيد أن يكون القارئ على دراية جيدة بالإحصاء وبالاحتمالات خصوصاً بالنسـبة للفصول (الثالث والرابع والخامس) ويمكنه هنا الاستعانة بالعديد من الكتب والمراجع المتوافرة فى قائمة المراجع فى نهاية الكتاب.

تم، فى هذا الكتاب، توضيح المفاهيم النظرية من خلال العديد من الأمثلة والتمارين المحلولة بواسطة البرنامج Excel مما يتيح للقارئ إمكانية أكبر فى إجراء الحسابات وفى معالجة السلاسل الزمنية.

نرغب من خلال هذا الكتاب إعطاء القارئ (طالب، باحث، اقتصادى منشـآت) كل العناصر الضرورية النظرية منها(دون الخوض فى التفاصيل) والعملية التى تسـمح له بحل المسائل التى تواجهه فى معالجة السلاسل الزمنية.

وبهـدف إتاحة الفرصة للقارئ نفسـه فى إعادة حل مجمـل تمارين الكتاب، فقد تم عرض المعطيات والتمارين على الشـبكة العنكبوتيـة ويمكن لأى مهتم تحميل هذه المعطيات من خلال الموقع التالى: http://www.dauphine.fr/cip/pages/bourbonnais/.

بقى أن نشـير إلى أن مشـكلة تكامل التنبؤ تبرز بقوة أثنـاء التطبيق لكونها تتعلق بتوفيق معطيات تنبئية:

- على مجالات زمنية مختلفة.
- وتغطى مستويات مختلفة من الحيز الجغرافى.
- وتتعلق بفئة من المنتجات.
- وتشمل طرائق مختلفة من التنبؤ.

وعوضاً عن معالجة هذه المواضيع بفصل مسـتقل واحد فقد تم التطرق إليها من خلال مجموعة من الفصول فى أقسام جزئية: القسم الخامس من الفصلين الخامس والسـادس والقسم الثالث من الفصل السابع والقسـم الرابع من الفصل الثامن. فى حين سـنعالج فى الفصلين العاشر والحادى عشر وبشكل أكثر عمومية، دمج المجالات الزمنية والمنتجات المختلفة والمناطق الجغرافية والطرائق المستخدمة.

ما يميز هذا الكتاب بشكل أساسى هو هدفه المتعلق بالربط بين العملى (وضع نظام للتنبؤ فى المنشـأة) والنظرى (إنشـاء النماذج الرياضية للتنبؤ). وهذه العلاقة منظمة حـول اهتمامين: تثبيت أنظمة ثابتة وفعالة داخل المنشـأة، عـدم الإقلال من أهمية الجانب النظرى عند استخدام التنبؤ.

يأمـل المؤلفان اللـذان لديهما خبرة عملية وجامعية منذ سـنوات عديدة بموضوع التنبؤ، تقديم عرض شـائق لهذا الموضوع الـذى غالباً ما يكون جافاً وتقديم مجموعة من الحلول المناسبة الحقيقية للمنشآت وأن يشكلا مع فريق الطلاب نصراء جدداً لهذا الموضوع الشائق ألا وهو «التنبؤ».

الجزء الأول
التنبؤ - الحاجات والأساليب

نستعرض فى الجزء الأول من هذا الكتاب المسائل المتعلقة بالتنبؤ للمبيعات كما تظهر فى المنشأة بهدف تمثيلها واقتراح حلول أولية لها. وسوف نوضح الفرق بين مفهومين غالباً ما يتم الخلط بينهما وهما التنبؤ والهدف الذى تسعى المنشأة إلى تحقيقه. كذلك سوف نفرق بين ما تعانى منه المنشأة وهو يمكن أن يكون هدفاً للتنبؤ، وبين الإجراءات المتاحة لها التى تبقى بشكل كامل فى مجال قرارات الإدارة. وتشكل هذه العناصر السابقة مضمون الفصل الأول.

يخصص الفصل الثانى لاستعراض الأدوات الإحصائية الأولية الأساسية المستخدمة فى مجال التنبؤ (مقاييس القيم المتوسطة والتشتت) وكذلك تحليل السلاسل الزمنية. كما سنبين كيفية تفكيك السلسلة الزمنية إلى مركباتها الأساسية، وكيفية حساب أهم المركبات أى مركبة الاتجاه العام والمركبة الفصلية.

أما بشأن طرائق التنبؤ فسوف نستعرضها فى الفصلين الثالث والرابع وقد تم وضعهما فى فصلين منفصلين بسبب ضخامة الحجم من جهة ولوضوح العرض من جهة أخرى. وقد بدأنا بعرض أساليب الصقل الآسى (الفصل الثالث)؛ كون تلك الأساليب تمثل أولى الطرائق المستخدمة فى التنبؤ، أما فى الفصل الرابع فقد تم استعراض طريقة بوكس وجانكينز والطرائق التفسيرية الأخرى (التى تستخدم مفاهيم السببية الخارجية أى المتغيرات الخارجية) التى تعتبر أكثر تعقيداً من الطرائق الأولى.

الفصل الأول
التنبؤ بالمبيعات - بعض الأفكار الأولية

سنوضح من خلال هذا الفصل ماهية العلاقة بين التنبؤ وبين الشكل التنظيمى للمنشأة من جهة وبين التنبؤ والنشاط الذى تمارسه هذه المنشأة من جهة أخرى وبعد ذلك سنوضح كيف يتم إجراء التنبؤ بالمبيعات داخل المنشأة، أى كيف تصاغ المشكلة وكيف نجد الحلول المناسبة لها، ثم سنقترح بعض التعاريف؛ كى يتم التمييز بين التنبؤ وبين الهدف الذى تسعى المنشأة إلى تحقيقه.

١- لماذا نجرى تنبؤاً للمبيعات؟

يبدو هذا السؤال بسيطاً ولكنه على الرغم من ذلك يستوجب بعض التفكير قبل الإجابة عنه ومن أجل ذلك نعرض النقطتين التاليتين:

١-١- التنبؤ يحدد الحدود المثلى للتموين:

يعتبر التنبؤ بالطلب العنصر الأساس فى التحديد الأمثل لعناصر الإمداد والتموين المختلفة فى المنشأة Supply chain Management[1]، فمهما كان نمط التنظيم لهذه المنشأة (مرناً وديناميكياً) ومهما كانت درجة تكامله فى انسياب تدفقاته، فإن هناك عنصرين أساسيين لتحديد التموين الأمثل:

- التنبؤ بالاستهلاك.
- المصداقية المنتظرة من هذا التنبؤ.

يحدد التنبؤ بالاستهلاك - بطريقة مباشرة - جزءاً من مستوى التموين يغطى الحد الأدنى من الاحتياجات خلال فترة زمنية ما.

أما المصداقية المعطاة لهذا التنبؤ فهى تسمح بتحديد أمثل لمستوى المخزون الاحتياطى الآمن.

---

(١) يقصد بالتعبير Supply chain Management عمليات التنظيم والتخطيط والمراقبة والتنفيذ للتدفقات من السلع بدءًا من مرحلة استخلاص المواد الأولية ومروراً بعمليات الإنتاج وانتهاءً بعمليات التوزيع للمستهلك النهائى بحيث تكون تكاليف المراحل السابقة فى حدودها الدنيا (المترجم).

١-٢- إلزامية (ضرورة) التنبؤ مرتبطة بفترة الاستجابة للمنشأة:

ليست كل المنشآت ملزمة بموضوع التنبؤ، على الأقل فى إطار نظام انسياب تدفقاتها. مثال ذلك المنشآت التى تعمل وفق نظام الطلبيات، أى تلك التى تكون فيها فترة التسليم المقبولة لدى الزبائن أكبر من فترة التزود من المواد الأولية من قبل الموردين ومن فترة الإنتاج. وهناك بعض المؤسسات تدخل ضمن هذه الفئة، نذكر منها شركات تصنيع الطائرات والمراكب البحرية. فمن أجل هذه المنشآت ليس هناك وجود لمشكلة التنبؤ القصير والمتوسط الأجل.

وفى الجانب الآخر، هناك العديد من المنشآت التى تعمل فى قطاع الاستهلاك الكبير تكون فيها فترة التسليم عدة أيام أو حتى عدة ساعات (موزعو الأدوية على الصيدليات) ومن ثم فإن المخزون من هذه المنتجات النهائية يجب أن يكون متوافراً وإلا سيكون هناك انقطاعات فى الإمداد، ومن ثم خسارة فى أرقام المبيعات وتشويه سمعة المؤسسة.

ولكى يكون مستوى المخزون فى الشكل الأمثل لا بد من إجراء التنبؤ بالطلب.

يمثل الجدول (١) القرار الذى يواجه المنشأة وعليها اتخاذه: مرونة فى أدوات الإنتاج أم تخزين. فغالباً ما يتم البحث عن حل لمشكلة تنبؤ ما ويكون حلها بسيراً من خلال زيادة الديناميكية و/أو المرونة فى وسائل الإنتاج لتغطية الطلب المطلوب. ولكن هذه الإمكانية ليست دائماً متاحة وترتبط بمدد التسليم التى يطالب بها الموردون.

الجدول رقم (١) لماذا التنبؤ؟

تمويل المواد الأولية	التصنيع	التغليف المخصص		المخزون
حسب الطلب	حسب الطلب	حسب الطلب	⇐	بدون مخزون
بالتنبؤ	حسب الطلب	حسب الطلب	⇐	مواد أولية
بالتنبؤ	بالتنبؤ	حسب الطلب	⇐	منتجات نصف نهائية
بالتنبؤ	بالتنبؤ	بالتنبؤ	⇐	منتجات نهائية

٢- خصائص مشكلة التنبؤ:

تستند الخطوة الأولى فى التنبؤ إلى توضيح خصائص هذا التنبؤ، ونظراً لتعدد هذه الخصائص فمن المفيد إجراء تصنيف شامل لمسائل التنبؤ وفقاً لبعض العوامل المؤثرة

فيه مثل: المجال الزمنى المعتبر، ونوع المنتَج، وقطاع النشاط، وكذلك تبعاً للهدف العملى للتنبؤ. من أجل ذلك نعتمد الخطوط العريضة التالية التى تميز بين تنبؤ وآخر، وهى:

- قطاع النشاط الذى تمارسه المنشأة.
- الاستخدام العملى.
- الجهة أو الجهات التى تستخدم التنبؤ.
- المجال الزمنى الذى يغطيه التنبؤ.

فمما لا شك فيه أن التنبؤ يرتبط بقطاع النشاط الممارس من قبل المنشأة، فالتنبؤ بمواعيد تسليم مادة الأسمنت لا يتم بالطريقة نفسها لمبيعات مادة الصابون. وهنا تختلف السببية الاقتصادية التحتية تبعاً لكون القطاع قريباً أو بعيداً من قمة الدورة الصناعية، ومن ثم أقل أو أكثر قرباً من الطلب النهائى، كما تختلف أيضاً تبعاً لكون المنتَج قابلاً للتخزين أو لا، أو تبعاً لكونه يشكل سوقاً قابلة للتجديد والتحديث (سوق التلفزيون) أو لا (سوق الفولاذ)، كما تختلف أيضاً تبعاً لكون المنتَج معيارياً أو لا. كل هذه العناصر تلعب دوراً فى تعريف النماذج المستخدمة للتنبؤ فى القطاعات الثلاثة التى سيتم معالجتها فى هذا الكتاب فى فصول الجزء الثانى (التنبؤ القطاعى).

ويمكننا هنا أن نميز بين:

- قطاع المنتجات الصناعية الوسيطة (فولاذ، منتجات كيميائية، مواد إنشائية) المرتبطة بشكل كبير بالحالة الاقتصادية العامة وبتطور الطلب عليها فى القطاعات الكبيرة (البناء، السيارات، ...). ويكون تأثير المنشأة فى السوق فى هذه الحالة محدوداً جداً، وينحصر التنبؤ فى معرفة متى سيحدث التغير فى الوضع الاقتصادى (الانتقال من النمو إلى الركود أو العكس).
- قطاع المنتجات ذات الاستهلاك الكبير التى يكون تأثير الوضع الاقتصادى العام عليها ضعيفاً بعكس المجموعة السابقة، ولكن فى المقابل هناك تأثير كبير للبيئة التنافسية. ومن ثم فإنه يجب التنبؤ بتحديد ما ستكون عليه المبيعات مع الأخذ بعين الاعتبار الإجراءات التسويقية للمنشأة ولمنافسيها.
- تأتى مجموعة السلع الاستهلاكية المعمرة (السيارة، الأدوات الكهربائية المنزلية، التلفزيون، ... إلخ) باعتبارها حلاً وسطاً بين المجموعتين السابقتين، إذ تتميز بحساسيتها لكل من الحالة الاقتصادية العامة وللمتغيرات التسويقية (جهود الدعاية وتأثيرات الموضة، على سبيل المثال) ولهذه المجموعة من السلع طرائق تنبؤ مختلفة.

وما يميز هذه الأسواق هو الحضور المتلازم للطلب الأولى من المنتَج ولطلب التجديد أو التحديث.

يشـــير الجدول (٢) إلى الاستخدامات الأساســـية للتنبؤ دون الأخذ بعين الاعتبار قطاع نشاط المنشأة أى تبعاً:

- لطبيعة عمل المستخدِم.
- وللمجال الزمنى للتنبؤ.

الجدول رقم (٢) مجالات استخدام التنبؤ [a]

طبيعة العمل	الاستخدام	المجال الزمنى
إدارة تجارية	تنبؤ بالمبيعات - تحديد الأهداف	٣ إلى ٦ أشهر
التمويل وإدارة الإنتاج	تنبؤ بالطلبيات وبالتسليم والتموين	١ إلى ٩ أشهر
التسويق	تنبؤ بالمبيعات - خطة التسويق	٦ إلى ١٢ شهراً
الشؤون المالية والمراقبة الإدارية	تنبؤ بالميزانية - تنبؤ بالخزينة	١٥ إلى ١٨ شهراً
التخطيط	تنبؤ وتخطيط إستراتيجى	٣ سنوات أو أكثر

(a) الفترة الزمنية للتنبؤ المشار إليها ليست إلا مثالاً وهى ترتبط بشكل كامل بقطاع النشاط الممارس.

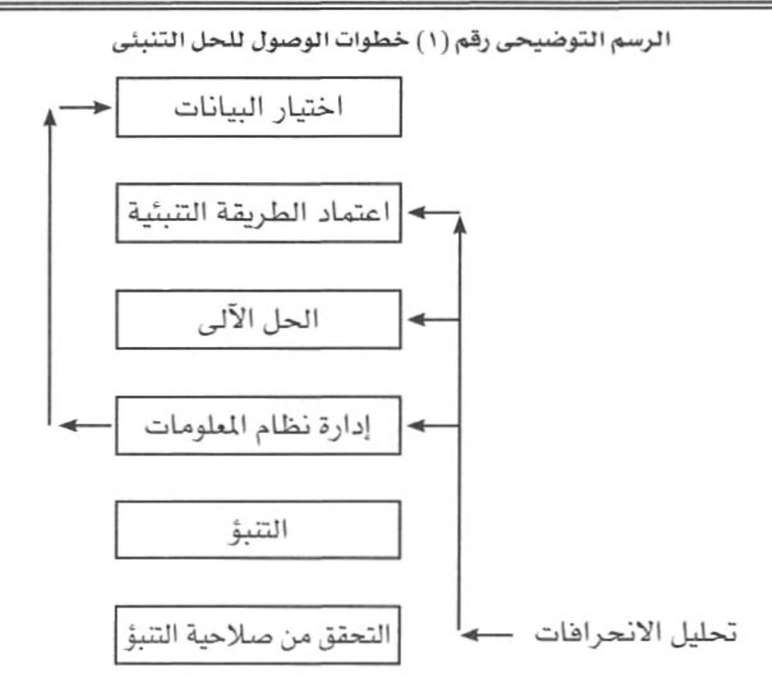
لا يعطى الجدول السابق إلا ملخصاً مبسطاً للمجالات الزمنية للتنبؤ وهذه المجالات يمكن أن تكون أيضاً قصيرة جداً:

- تنبؤات ساعية ليوم أو لبضعة أيام (الخدمات الطبية الإسعافية، عمليات دفع الرسوم على الطرقات السريعة، حالات المرور على الصندوق فى المخازن التجارية الكبرى).
- تنبـؤات يوميـة لأنشـطة الخدمـات (مطاعم، فنادق، سـينما، تحميـض الأفلام الفوتوغرافية).

٣- مواصفات الحل التنبئى:

الوصـول إلى نظـام للتنبؤ يتضمن عـدداً محدداً من العمليـات كما هو مبين فى المخطـط ١. فعندما نكون بصدد مشـكلة تنبئية فى منشـأة ما، علينـا التحقق من مجموعة من العناصر التى تلعب دوراً فى اختيار الحل.

الرسم التوضيحى رقم (١) خطوات الوصول للحل التنبئى



٣-١- البيانات الواجب التنبؤ بها:

تمثل البيانات التاريخية السابقة المتوافرة حول الظاهرة المدروسة نقطة الانطلاق الأساسية والمهمة التى تخدم أساساً للتنبؤ، وغالباً ما نلجأ إلى معطيات تسليم البضاعة كون هذه المعطيات سهلة من ناحية الحصول عليها بواسطة الفواتير. ولكن لهذه المعطيات سلبية كبيرة تتمثل فى كونها تتأثر بانقطاعات المخزون ومن ثم لا تكون ممثلة بشكل جيد للطلب الحقيقى. من هنا يمكن الاستعانة بالطلبيات باعتبارها أساساً للبيانات؛ حيث تكون الأقرب إلى الطلب الحقيقى النهائى، ويجب أن تكون هذه الطلبيات مربوطة بالمصدر حتى يمكن أن تكون مؤرخة زمنياً.

ولكن لسوء الحظ هذه المعلومات فى كثير من الأحيان لا تكون متوافرة لأسباب تتعلق بعدم تجانس المعطيات على الفترة الزمنية المدروسة أو بسبب استثناء تسجيل المعطيات المتعلقة بمنتجٍ أو مستورد ما محسوب على السوق أو لعدم حفظ المعلومات على وسائل حديثة.

إن عدد المشاهدات الواجب أخذها بعين الاعتبار لإجراء التنبؤ يجب أن:

- لا يكون قليلاً جداً، فمن أجل حساب المعاملات الفصلية يجب أن يتوافر لدينا عدد من المشاهدات يغطى على الأقل ثلاث سنوات (يفضل أربع سنوات).
- لا يكون كبيراً جداً (خمس سنوات حداً أقصى).

هناك الكثير من الأسباب التى تجعل المعطيات غير كافية لإجراء التنبؤ، ومن ثم يكون واضحاً منذ بداية التحليل أن الحل لمشكلة تنبئية ما غير ممكن إذا لم تتوافر البيانات اللازمة لذلك.

٣-٢- الفترة الفاصلة بين بيانات التنبؤ (تردد البيانات) والمجال الزمنى للتنبؤ:

نقصد بتردد البيانات Périodicité الفترة الزمنية الفاصلة بين مشاهدة وأخرى وتختلف هذه الفواصل الزمنية تبعاً لنشاط المنشأة ولنوع المنتَج:

- فمن أجل المنتجات الصناعية أو منتجات الاستهلاك الجارى تكون المعطيات الشهرية كافية ويكون مجال التنبؤ محصوراً بين ستة وثمانية عشر شهراً.
- ومن أجل المنتجات الطازجة، لا تفى المعطيات الشهرية بأغراض التنبؤ ويستخدم عوضاً عنها معطيات أسبوعية تعكس التقلبات السريعة فى مثل هذا النوع من المنتجات. أما مجال التنبؤ فيمكن أن يمتد إلى (١٥) أسبوعاً.
- وأخيراً من أجل بعض الخدمات (كافتتاح صندوق محاسبة جديد فى مخزن تجارى أو مركز لجباية الرسوم من المركبات عند استخدامها للطرقات السريعة) أو بعض المنتجات الطازجة جداً، يفضل استخدام المعطيات اليومية أو حتى الساعية حيث تكون إمكانية التخزين لهذه المنتجات ضعيفة ويتغير الطلب اليومى عليها بشكل كبير. أما ما يخص المجال الزمنى للتنبؤ، فإن التحديد الدقيق الممكن لنمط النشاط اليومى يعتبر الأساس فى ذلك ومن ثم فإن مجال التنبؤ يمكن أن يكون محدداً ببضعة أيام (عملياً، نحو الثلاثين يوماً تقريباً).

٣-٣- كيفية اختيار الطريقة المناسبة:

بعد الانتهاء من المرحلة السابقة تأتى مرحلة البحث عن الطريقة المناسبة للتنبؤ، إذ يوجد تقنيتان اثنتان ممكنتان هما:

- التقنية الأولى وهى تستند إلى ما يسمى بطرائق التمديد الخارجى extrapolitives المسماة ضمن هذا الكتاب بالطرائق الداخلية endogènes، وتستند إلى فكرة عزل عدد محدد من مركبات السلسلة الزمنية المدروسة وتمديد السلسلة المتبقية نحو المستقبل المراد التنبؤ به.

- تسمى التقنية الثانية وهى تسمى بالطرائق التفسيرية explicatives وتسمى أيضاً بالطرائق الخارجية exogènes وهى تبحث عن علاقات بين السلسلة المراد إجراء التنبؤ بها وسلاسل أخرى تفسيرية. من أجل ذلك يتم حساب معاملات الارتباط بين السلسلة الأولى والسلاسل الأخرى التفسيرية.

يمكن للطريقة المناسبة أن تكون أحياناً خليطاً من النمطين السابقين ولكنها تبقى تابعة لقيود تتعلق بنمط المعطيات وفى حال عدم وجود أى عامل تفسيرى متاح؛ فإننا فى هذه الحالة نستخدم طريقة التمديد الخارجى.

٣-٤- الحل الآلى ونظام المعلومات:

أردنا عرض هذين المفهومين (الحل الآلى ونظام المعلومات) معاً للعلاقة التى تربط بينهما فى كثير من الأحيان عند التنفيذ. هناك عرض كبير من البرمجيات الجاهزة، منها ما هو مخصص لموضوع التنبؤ بالمبيعات ومنها ما يعالج مسائل أكثر شمولية تتعلق بإيجاد الحلول المثلى للعملية التكاملية للإمداد والتموين (Supply chain). وغالباً تفترض هذه البرمجيات وجود إدارى يُعنى بقواعد المعطيات مما يساعد فى تكوين مكتب لنظام المعلومات التسويقية والتجارية لدى المنشأة.

ويتعلق اختيار البرنامج المناسب لإجراء التنبؤ بطبيعة عمل المنشأة وبآلية تنظيمها وبقطاع نشاطها.

٣-٥- التنبؤ ومدى صلاحيته:

فى هذه المرحلة يتم إنشاء النموذج الرياضى للتنبؤ وهو يستند إلى معطيات المراحل الأربع السابقة ونجرى محاكاة Simulation لهذا النموذج ومن ثم نعرض التنبؤات الناتجة. تفترض عملية إنشاء النموذج تعريفه بشكل صحيح ثم ضبطه على المعطيات السابقة، أما محاكاة النموذج فتعنى أن نأخذ جزءاً من المعطيات السابقة المعلومة للسلسلة المدروسة ونخفى قيمها، على سبيل المثال الأشهر الستة الأخيرة أو السنة الأخيرة، ومن ثم نجرى تجربة للتنبؤ بواسطة النموذج المختار ومن ثم مقارنة النتائج بالقيم الحقيقية.

التنبؤ الناتج هنا يأخذ بعين الاعتبار بعض المفاهيم الإحصائية الصرفة (الجودة الإحصائية للنموذج) ومفاهيم اقتصادية أخرى (معنوية المتغيرات المدروسة وتأثيرها فى النموذج مقارنة بما يوحى إليه الواقع) وكذلك جودة عملية المحاكاة للفترة المختارة.

يتم فى المرحلة الأخيرة إدخال التنبؤ إلى المنشأة ومن ثم التحقق من صلاحيته.

وفى حال وجود اختلافات جوهرية بين نتائج التنبؤ الرياضية ونتائج التنبؤ الحدسية فمن الضرورى حل أى نزاعات يمكن أن تظهر بين القائمين على التنبؤ الرياضى وأصحاب التنبؤ الحدسى، ويجب عدم إعطاء أهمية كبيرة للنتائج الأولية لنظام التنبؤ، فقد يستلزم النظام عدة أشهر حتى يصبح ممكناً الوثوق به.

يمكن للمراحل السابقة الذكر أن تتكرر أحياناً وذلك كما هو موضح فى الرسم التخطيطى رقم (١) حيث الوصول إلى مستوى معين من الحل التنبئى يستلزم أحياناً العودة إلى مراحل سابقة ومعاودة الكرة مرة أخرى.

إن إعطاء مرحلة من المراحل السابقة أهمية كبرى وإهمال المراحل الأخرى قد لا يؤدى إلى حل تنبئى جيد، كذلك من الضرورى اختيار البرمجيات المناسبة لطبيعة المعطيات، فهناك بعض البرمجيات الفعالة جداً المخصصة لمعطيات غير متجانسة قد تقود إلى نتائج غير دقيقة، كما أن أى نظام للتنبؤ لا يتضمن عدداً كافياً من المستخدِمين قد لا يعطى درجة جيدة من الأداء.

٤- تعريف التنبؤ:

٤-١- التنبؤ والهدف المنشود للمنشأة:

على الرغم من الاختلاف الواضح بين هذين المفهومين إلا أن بعض المنشآت غالباً ما تمزج بينهما، وسبب هذا الخلط يعود إلى مسألة البيانات التى تشكل النقطة الأساس فى هذا المزج. فالكثير من المؤسسات ترغب فى التنبؤ بالمعطيات الخاصة بالمنشأة (أرقام المبيعات، الأرباح، الطلبيات، ...) وهذا يؤدى إلى الخلط ما بين التنبؤ وبين هدف المنشأة مما يعنى خطراً كبيراً. لذلك من الضرورى التفريق بين ما تعانى منه المنشأة ويمكن أن يكون موضوعاً للتنبؤ وبين ما تتحكم فيه المنشأة وتسيطر عليه من خلال إستراتيجيات محددة تضعها موضع التنفيذ وتستطيع الوصول إليها، أى الهدف.

لهذا السبب يبدو أكثر منطقيةً التنبؤ أولاً بتقلبات السوق للمنشأة أو التنبؤ بقطاع نشاط المنشأة ومن ثم ترك المنشأة لنفسها تحديد الهدف تبعاً لحصة السوق المتنبأ بها.

ولكن فى بعض المنشـآت، يعتبر هدف المنشأة والتنبؤ مصدرين للمعلومات التنبئية متنافسين ومتممين.

يُفسـر هذا التفريق بـين مفهومى التنبؤ وهدف المنشـأة بالصعوبات المتولدة عند تحليـل الفروقات بين الهدف الكمى للمنشـأة وبين المتحقق فعليـاً. وهذه الصعوبات تظهر عند التنبؤ بمعطيات المنشأة وليس بمعطيات السوق. فمن الصعب معرفة فيما إذا كان أى انحراف سلبى بين القيمتين السابقتين عائداً إلى طريقة غير مناسبة للتنبؤ أو إلى انخفاض فى حصة السـوق مما يثير التساؤل حول آلية عمل المنظمة التجارية أو حول جودة المنتَج أو مدد التسليم، ... إلخ.

جراء هذا الواقع فإن كلاً يسـعى لجعل الفرق بين الهـدف وبين التنبؤ فى حدوده الدنيا كى لا ينسب الانحراف الممكن إليه. ولكن طريقة التفكير هذه لا تقود إلى إدارة جيدة، وبهذا المعنى، فإن المنشأة لا تقيّم تطورها النسبى مقارنة بالسوق وبمنافسيها.

نعـرض فى الرسـمين التخطيطيين (٢ و٣) طريقتى التفكيـر الممكنتين وفقاً لمدى توافر البيانات.

الرسم التوضيحى رقم (٢) عند توافر بيانات عن السوق



يمكننا من خلال الرسم التوضيحى (٢) السابق أن نميز بشكل واضح بين ما يمكن أن يعود إلى تطور بيئة السوق (وإلى الخطأ المرتكب من قبل المتنبئ) وبين ما هو مرتبط بعدم تحقق الهدف الكمى المخطط من حصة السوق.

وفى حال عدم توافر بيانات دقيقة عن السوق، كما هو الحال فى كثير من الحالات، فإنه يجب إجراء التنبؤ بالمبيعات دون الأخذ بالإجراءات التى تقررها المنشـأة بشـكل إرادى (الرسم التوضيحى ٣).

نلاحظ من خلال الرسم التوضيحى (٣) أن العملية تبدأ بإجراء تحليل لبيانات المبيعات للسنوات السابقة بهدف التمييز بين الحصة العائدة لحركة الاتجاه العام لأصول المبيعات وبين الحصة العائدة للإجراءات التسويقية الخاصة بالمبيعات. وهذه الأخيرة يمكن أن تشمل الزيادات فى التعرفة، عمليات الترويج الدعائى ونفقات الإعلان (هذه العناصر تشكل الفعل الإرادى للمنشأة). أما حساب تأثير تلك العوامل فى المبيعات فسيكون من خلال وسائل مختلفة سنعرضها فيما بعد.

يجب بعد ذلك تحليل بعض الظواهر التى يمكن أن تغير فى اتجاه حركة الاتجاه العام وهذه الظواهر تشمل دورة حياة المنتَج، التقلبات فى عادات المستهلكين، التشريعات الضريبية الجديدة، .... إلخ. وهذا التحليل يسمح بالحصول على التنبؤ دون (خارج) تأثير الإجراءات الخاصة بالمنشأة.

الرسم التوضيحى رقم (٣) تحديد الهدف عند غياب بيانات عن السوق

المبيعات السابقة

الاتجاه العام لأصول المبيعات

تأثير الإجراءات الخاصة فى المبيعات

تطور السوق المؤثر فى حركة الاتجاه العام

الإجراءات الخاصة السابقة

التنبؤ دون الإجراءات الخاصة

تحديد الهدف وفقاً للإجراءات الخاصة

تحديد الهدف

المحقق

انحراف الهدف عن المحقق

بعد ذلك تقوم المنشأة بتحديد برنامجها المتضمن إجراءاتها التسويقية الخاصة للأشهر القادمة وهو يعتبر هدفاً إرادياً أمام المنافسين الآخرين فى السوق. وبدمج الإجراءات الأخيرة مع التنبؤ المستقل عن الإجراءات الخاصة للمنشأة ينتج هدف كمى يقارن بالمتحقق فعلياً للوصول إلى الانحراف. تفسير هذا الانحراف يكون صعباً مقارنة بالحالة السابقة حيث يتوافر بيانات عن حصص السوق. فيجب هنا أن يتضمن التحليل التفريق بين العوامل الخارجية التى يمكن ألا تكون مأخوذة بعين الاعتبار (التغير المناخى خلال شهر أو شهرين على سبيل المثال) والتى تساهم فى الانحراف عن تنبؤ السوق، وبين العوامل المرتبطة بالإجراءات الخاصة المتخذة من قبل المنشأة، إذ يمكن لبعض هذه الإجراءات ألا تكون محققة أو أن جودة إحداها (الحملة الإعلانية مثلاً) لم تكن عند المستوى المأمول منها أو كذلك يمكن وقوع حدث ما غير متوقع (مثال إلغاء بعض الحسومات عند التوزيع).

٤-٢- بعض التعاريف الأولية:

من خلال ما تم استعراضه حتى الآن يمكن صياغة بعض التعاريف:

- التنبؤ بالطلب (تنبؤ بالمبيعات):

التنبؤ بالمبيعات هو التنبؤ بالطلب الفعلى الموجه للمنشأة لفترة زمنية مستقبلية محددة (شهر، سنة، ...الخ) ويتم الحصول على هذا الطلب، بشكل تقليدى، من التنبؤ بالسوق من خلال الهدف المحدد بواسطة المنشأة عن حصتها فى السوق.

- الأهداف التجارية للمنشأة Objectifs commerciaux:

يختلف هذا المفهوم عن ذلك الخاص بالتنبؤ بالطلب، وتعتبر الأهداف التجارية للمنشأة أداة إنعاش لقوة البيع لدى المنشأة والخلط بينها وبين التنبؤ بالمبيعات يجعل تفكير البائع متحيزاً فى تنبؤاته سلباً أو إيجاباً وذلك تبعاً لمزاجه الشخصى كما يجب أن تكون الأهداف التجارية للمنشأة نظرياً أعلى من القيم المتنبأ بها للمبيعات كى تجعل التجار أكثر ديناميكية.

- التنبؤ بالتصنيع أو خطة إدارة التصنيع (Plan Directeur de Fabrication):

الاستجابة للتنبؤ بالطلب تتم عبر الصناعة من خلال خطة إدارة التصنيع ويمكن أن تكون هذه الخطة أعلى من الطلب الصناعى المتنبأ به فى حال رغبت المنشأة فى خلق مخزون جاهز معد بشكل مسبق وقد تكون أصغر فى حال ضعف القدرة الإنتاجية للصناعة.

- **برنامج الإنتاج Programme de production:**

يعنى برنامج الإنتاج وضع خطة أو مشروع إدارة التصنيع موضع التنفيذ الفعلى من أجل فترة زمنية قصيرة، ويجب أن يكون هذا البرنامج ثابتاً كما يجب التقيد به.

٥- من الذى يقوم بالتنبؤ؟

٥-١- عملية إعداد التنبؤ:

يختلف الشخص المسؤول عن إعداد التنبؤ من منشأة إلى أخرى، ويمكن بهذا الصدد سرد بعض وجهات النظر للعاملين فى المنشأة حول هذا الموضوع.

- «التجار هم الأفضل لأداء هذه المهمة نتيجة اتصالاتهم الدائمة بالزبائن، ولكن افتقاد أولئك إلى التحفيز مقارنة بأعمالهم الإدارية يجعل آراءهم غير مأخوذ بها».
- «للعاملين فى مجال الأنشطة التسويقية (رجال التسويق) معرفة جيدة بأحوال السوق ولكن للأسف يخلطون بين رغباتهم وبين الحقائق».
- «الممولون بعيدون عن السوق وكذلك عن الزبائن وجل اهتمامهم ينصب على المخزون ويفضلون الانقطاع فى المخزون على المخزون الفائض. ولكن فهمهم للأرقام يكون غامضاً بسبب عاداتهم فى قياس تدفقات المخزون الخارجية. وهؤلاء هم الوحيدون الملزمون حقيقة بإجراء التنبؤات».

هذه الشهادات الثلاث مستوحاة من عقلية كاتبيها وتعكس آراءهم وطريقة تفكيرهم. الحل التقليدى لهذه المشكلة يقضى بإعطاء رجل السوق l' hommes de terrain (بائعاً كان أو عارضاً أو مديراً إقليمياً ...) الذى يمتلك التقنية والخبرة فى مجال التسويق إمكانية إجراء التنبؤ وذلك لأسباب متعددة منها كونه على اتصال مستمر بالمنتَج وبالمشترين ولديه فهم للسوق وبحكم كونه الشخص الأول المهتم بإجراء تنبؤ جيد؛ لأنه سيكون مسؤولاً عن أى انحراف بين ما يحققه فعلاً فى السوق وبين ما يتنبأ به. ولكن هناك بعض النقاط السلبية لهذا الاختيار، هى:

- كما أشرنا سابقاً من الممكن لهذا المسؤول أن يخلط ما بين التنبؤ والهدف، أى بين تقديره لتطور السوق وبين ما يعتقد أن باستطاعته فعله للزبون.
- هناك أيضاً سلبية أخرى تتعلق بإمكانية لجوء هذا الشخص إلى إجراء تنبؤ هامشى غير صحيح، حيث يكفى أن يقوم زبون ما قبل إعداد تقرير التنبؤ بإجراء طلبية كبيرة

ومهمة أو أن يكون اليوم السابق للتنبؤ قد شهد نشاطاً إيجابياً مميزاً مما ينعكس على تفكير المتنبئ، ومن ثم إعطاء اتجاه تفاؤلى لحالة السوق للأشهر الثلاثة أو الستة القادمة والعكس صحيح. ولقد أثبتت التجربة أن تنبؤات العاملين على أرض الواقع عادة ما تكون متحيزة وبشكل منتظم إيجابياً أو سلبياً وذلك للسببين التاليين:

- المزاج الشخصى لصانع التنبؤ ليس من ناحية كونه متفائلاً أو متشائماً فحسب، إنما أيضاً نتيجة لتفضيلاته حول الانحرافات الموجبة أو السالبة الممكن حدوثها. وهكذا فإنه يمكن لبائع ما أن يضع تنبؤات محافظة جداً بدافع الحيطة والحذر، فى حين يمكن لبائع آخر لا يخشى الانحرافات السلبية الانسياق نحو توقعاته.
- يمكن لنظام إدارة التنبؤ أن يكون متحيزاً بشكل ملموس لتنبؤات الأفراد، فعند تخصيص الإمكانيات للإدارات الإقليمية للبيع تبعاً للتنبؤ فإنهم سيعملون على جعل التنبؤات متفائلة، فى حين أنه فى حال كون البدلات والتعويضات مرتبطة بتحقق الهدف فسيكون لهم رغبة فى جعل التنبؤات متشائمة.

نسمى بين قوسين «تنبؤاً» هذا النمط من المعطيات الخليطة، فى الوسط بين الهدف الفعلى والتنبؤ الحقيقى. ولا تعتبر النوعية السيئة للتنبؤ سبباً للاتهام بعدم كفاءة صانعى التنبؤ من رجال السوق أو عدم قدرتهم على المساهمة فى نظام التنبؤ، بل إن هذه الجودة السيئة للتنبؤ تدين نظام إدارة التنبؤ كله الذى قام بإعطاء بيانات متحيزة ضرورية للتنبؤ.

غالباً عندما تظهر انحرافات كبيرة ومهمة بين التنبؤ والقيم المحققة فعلاً، تحاول المنشأة التوقف عن منح ثقتها لصانعى التنبؤ من رجال السوق الذين سيعتبرون أنفسهم غير مؤهلين مقارنة بالمهمة التى أوكلت إليهم. ونتيجة لذلك ستلجأ المنشأة إلى وسائل أخرى مختلفة لإجراء التنبؤ من خلال الاستعانة بعمل الإحصائيين الذين لن يكونوا متهمين بالتورط فى الإدارة الداخلية للمنشأة. تشكل المبيعات لدى هؤلاء سلسلة زمنية ينبغى توفيقها بواسطة نموذج رياضى يكون الأكثر ملاءمة لها.

ولكن الابتعاد عن المرجعية الحقيقية للسوق يقود إلى النتيجتين التاليتين:

- سيكون هناك رضا ذاتى من حيث الطريقة الرياضية المستخدمة، فسرعان ما يظهر الاهتمام بصياغة النموذج (كيفية تعريف بنية النموذج واختيار الطريقة الإحصائية المناسبة للتقدير) ويسيطر بشكل مؤقت على موضوع التنبؤ. ويبقى التنبؤ هو الهدف ولكنه يختفى مؤقتاً أمام وسائل الوصول إليه، فجودة النموذج الإحصائى تعتبر فى

حد ذاتها غاية. وفى حال كانت العلاقة بين الاثنين ثنائية ومباشرة فإن ذلك سيقود إلــى تنبؤ جيد. فالنموذج الجيد من وجهة النظر الإحصائية هو النموذج الذى يقود إلى تنبؤ جيد ولكن للأسف، تثبت التجارب العملية أحياناً عدم تحقق هذه المقولة.

- سيكون هناك افتراق ما بين الإحصائيين والمستخدمين عائد إلى افتقاد اللغة المشتركة بينهــم ولغياب العقلانية الرياضية والتفســيرية لبعض منهم والحدســية والضمنية للبعض الآخر. وهذا الابتعاد ســيولد الريبة والشــك فى النماذج المســتخدمة عند حدوث أى انحراف بسيط بين القيم المحققة والقيم المتوقعة.

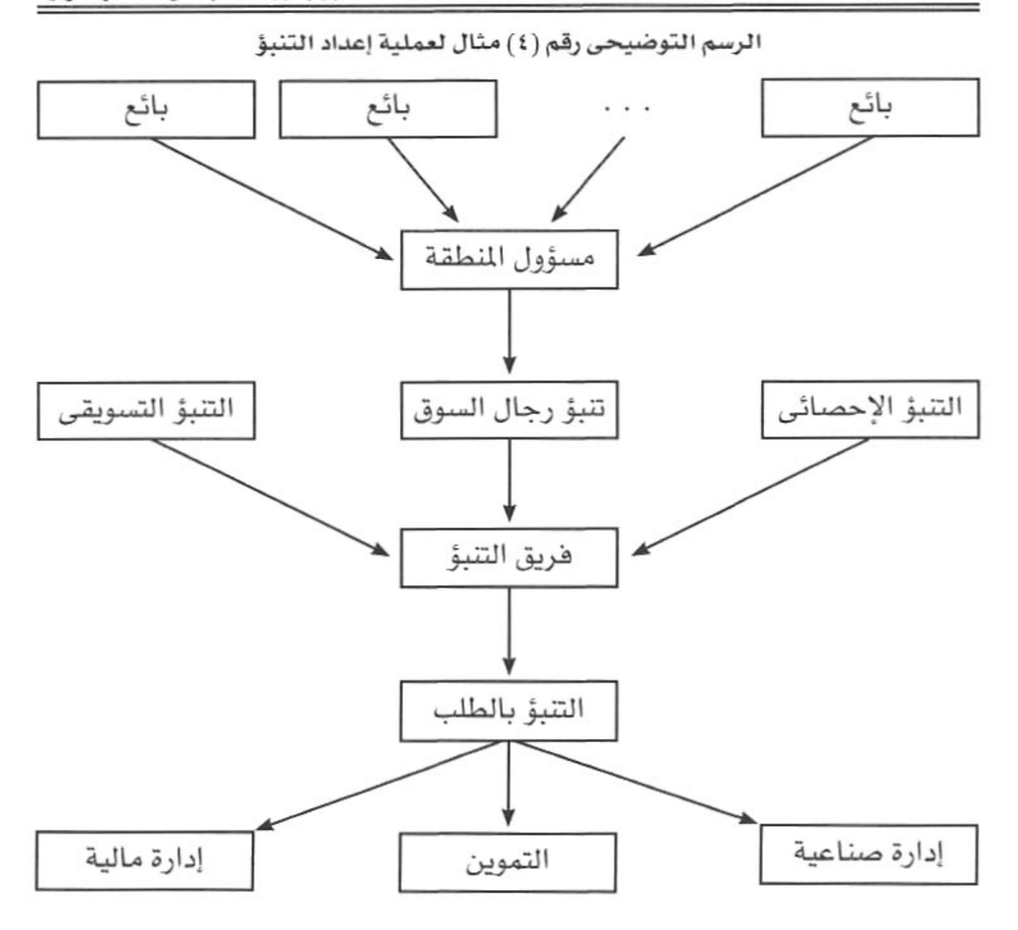
من النادر الوصول إلى نظام تنبئى ثابت فى المنشــأة من خلال الاستخدام الصرف للوســائل الإحصائية فقط وهنا نتساءل ماذا يجب فعله أمام هاتين العقبتين؟ الجواب يتلخــص فى إجراء تعاون بين هاتين الطريقتين بحيث ننشــئ أنظمة تنبئية لا تقتصر فقط على نماذج للمعالجة الإحصائية، إنما ترتبط أيضاً بالمستخدمين الذين يشركون مع هذه النماذج المتغيرات المعنوية حسب تصوراتهم المرجعية.

فــى كثير من الحالات يعتبر التابع المنطقى la function logistique الأســاس فى إجــراء التنبؤ ولكن رجال المنطق والرياضيات بعيدون عن الســوق، ومن ثم لا يُعتبرون الأفضــل لهذه المهمة، ولكنهم ملزمون بتقديم تنبؤات كمية ودقيقة للموردين أو للإنتاج مما يجعلهم مسؤولين فى حال وجود أية مشاكل.

بطريقة مثلى، يجب إعداد التنبؤ بشكل مشترك ضمن فريق يضم مجموع العناصر التى سبق ذكرها. ويكون كل فرد فى الفريق مسؤولاً عن بعض الأرقام، ومن ثم تصبح إمكانية تحميل كل مشــاكل التنبؤ لشــخص واحد فى حدودها الدنيا. ويوضح الرسم (٤) مثالاً لعملية إعداد التنبؤ.

الغايــة من ذلك تتمثــل فى امتلاك جميع المعلومات التى يمكن أن تحســن عملية إجراء التنبؤ بالمبيعات ضمن أداة واحدة. حيث يشير جامعو المعلومات (البائعون) من أرض الواقع، بواســطة أجهزتهم الحاســوبية المحمولة، إلى تنبؤاتهم تبعاً لإجراءاتهم الترويجيــة المخططة، وكذلك إلــى كل المعلومات الممكن أن توثر فــى المبيعات (زبون جديد، تخفيضات، ... إلخ). فيتم توثيق هذه المعلومات على مســتوى مركزى وتصبح إمكانية الوصول إليها مباشــرة من قبل المسؤول التجارى. بعد ذلك يتم إجراء تطابق بين هذه التنبؤات مع التنبؤات التسويقية والتنبؤات الإحصائية لدى فريق التنبؤ.

الرسم التوضيحى رقم (٤) مثال لعملية إعداد التنبؤ



٥-٢- التنبؤ باعتباره أداة مساعدة فى اتخاذ القرار:

يتعلق المفهوم السائد حول من يقوم بالتنبؤ بموضوع السحر، فهو يستند إلى حاجة غير معقولة أو غير منطقية نجد جذورها فى الأزمنة السابقة. فالتكهن كان من الأمور المتباهى بها فى الحضارات الشـــرق أوسطية القديمة وقد وضعت الديانات حداً لهذه التكهنات التى كانت تعتبر مرتبطة بالعبادات الوثنية. ويمكن هنا أن نذكر ما وصل إليه أحد القديسين حول خداع المنجمين حيث قال: «لا يوجد على الإطلاق فن للتكهن، وكل تنبؤ صحيح ليس إلا محض صدفة».

من جهة أخرى، يجب تجنب الاســـتخدام العملى المباشر لنتائج التنبؤ ومن الأفضل اعتبار معطيات التنبؤ وســـيلة مساعدة فى اتخاذ القرارات وليس بديلاً كاملاً للتفكير

الشـــخصى. وقد يعتبر الاســـتخدام المباشـــر للمعطيات المتنبأ بها خطيراً إذا تم دون التحقق من صحة النموذج المســـتخدم أساســـاً للتنبؤ حتى لو كان هذا التحقق أحياناً مختصراً كما هو الحال فى التطبيق المتعلق بإدارة المخزون وعمليات التموين. بالإضافة لما سبق، يمكن تحسين الجودة النهائية للتنبؤ من خلال الربط بين استخدام نظام التنبؤ الرياضى وبين قوة التفكير والتبصر لدى المتنبئ.

هناك نقطتان مشـــتركتان بين مفهومى التكهـــن والتنبؤ، فمن جهة أولى يفى التنبؤ بالحاجة نفسها غير المحدودة لمعرفة المستقبل ومن جهة أخرى ينطلق التنبؤ من الإطار السحرى من خلال استخدامه لأداة رياضية (سحرية) كما هو الحال فى علم التنجيم على الرغم من أن هذا التنبؤ يُبرر بفعاليته من خلال عقلانية الأداة المستخدمة. هناك الكثير مما يتأمله المســـتخدِم من معطيات التنبؤ، وهذا فى ذاته يعد للقائم على التنبؤ تحدياً واضحاً فهو من جهة يعتبر التنبؤ الصحيح ورقة رابحة بيده وفى الوقت نفســـه خطـــراً محدقاً به فى حال كانت النتائج الأولى لنظـــام التنبؤ لا تلبى الحاجة المنتظرة من قبل المستخدِم.

يمكن توضيح مساهمة نظام التنبؤ فى النقطتين التاليتين:

- مع مرور الزمن وبعد عدة تجارب فى استخدام التنبؤ يتم تقليص هامش الشك وعدم اليقين فى المستقبل بشكل معنوى. ويمكن التعبير عن ذلك إحصائياً بالقول إن التنبؤ ذو فعالية جيدة ويخفض إلى النصف الانحراف المعيارى لخطأ التنبؤ.
- يســـاهم نظام التنبؤ أيضاً فى معرفة إمكانية حصول تقلبات فى الحالة الاقتصادية العامة (انتقال من مرحلة النمو إلى مرحلة الركود أو بالعكس) أو فيما إذا كان سيثمر تقلباً حديثاً فى هذه الحالة الاقتصادية أم لا.

أخيراً، يمكن للمنشأة أن تحقق الكثير من الفوائد باستخدام التنبؤ شرط استخدامه بشكل صحيح، ويجب فى كل الأحوال تجنب النظرة التى كانت سائدة سابقاً وهى نظرة تؤدى إلى الشـــعور بأن التنبؤ هو ما سيصيب حتماً المنشأة، فهو بعكس ذلك يعتبر أداة مســـاعدة للقرار، أى يجب أن يخدم المنشـــأة للتحرك فى المســـتقبل وليس للســـيطرة عليه.

الفصل الثانى
تفكيك السلسلة الزمنية للمبيعات إلى مكوناتها الأساسية

سنعرض فى هذا الفصل الخصائص التى تتميز بها المعطيات من وجهة النظر الإحصائية وهى تعتبر الأساس فى الدراسات التنبئية. سنتعرف على مفهوم السلسلة الزمنية ومسارها التاريخى. ومن المعلوم أن التحقق من مدى ملاءمة البيانات يعتبر العملية الأولية قبل البدء فى إجراء التحليل أو التنبؤ وذلك لكل الدراسات الكمية.

بعد ذلك سنستعرض بالتفصيل تحليل السلاسل الزمنية ونتعرف على ماهية المشاهدات الشاذة (غير الطبيعية) وكيفية تصحيحها، وكيفية حساب مركبة الاتجاه العام للسلسلة، وكذلك كيفية تخليص السلسلة من التقلبات الفصلية. ومن خلال عرض تفصيلى لآلية تفكيك السلاسل الزمنية، نستطيع تخليص السلسلة من التأثيرات المتكررة، وبعد ذلك يمكننا بسهولة تمديدها خارجياً لاستخلاص الحد الممثل للبواقى وهو يشكل التقلبات العشوائية للسلسلة.

١- مفهوم المسار التتابعى للسلسلة Historique:

تتكون السلسلة الزمنية من مسار زمنى، أى من متتالية من القيم المرتبة زمنياً بشكل منتظم، فمثلاً فى المؤشر الفرنسى الشهرى لأسعار الاستهلاك المنشور من قبل المعهد الوطنى للبحوث وهو يعتبر سنة الأساس هى عام ١٩٨٠، تمثل متتالية القيم من كانون الثانى ١٩٩٥ إلى أيلول ٢٠٠٠ المسار لهذا المؤشر. كذلك يمكن اعتبار المبيعات الشهرية لمنتَج ما من آذار عام ١٩٩٧ إلى شباط ٢٠٠٠ مساراً لهذه السلسلة يستخدم من أجل إجراء التنبؤ.

يجب تحقق بعض الخصائص فى المسار لسلسلة زمنية ما منها:

- يجب ألا يتضمن إلا القيم المعلومة والمحسوبة والمحققة فعلاً.
- يجب أن يمثل قيم الظاهرة التى نسعى للتنبؤ بها.
- يجب أن يكون متجانساً مع الزمن ، فإذا عدنا إلى مثال مؤشر أسعار المستهلك، نجد كل القيم قد تم حسابها على أساس عام ١٩٨٠ الذى أُعتبر سنة الأساس وأُعطى القيمة ١٠٠، وقد أُتبعت طريقة الحساب نفسها والجمع الإحصائى لكل القيم.

- يجب أن يحتوى على حد أدنى من المشـاهدات، وكلما ازداد عدد المشـاهدات، كانت جـودة التوفيق أفضل ومن ثـم التنبؤ أفضل. يختلف الحـد الأدنى المطلوب لطول السلسـلة أى عدد القيم تبعاً للهدف المرجـو ولفترية المعطيات (الفترة الفاصلة بين مشاهدة وأخرى).

فـإذا كان الهدف هو إعطاء تنبؤات لبيانات شـهرية للأشـهر مـن (٦) إلى (١٢) القادمة، فإننا نعتبر الحد الأدنى لعدد القيم المطلوبة هو (٣) سنوات أى (٣٦) مشاهدة شهرية فى حين أن الطول المرغوب بشكل عام لمسار سلسلة زمنية ما يتوضع فى حدود (٤/٥) سنوات (خصوصاً عندما يستلزم الأمر حساب معاملات فصلية معنوية).

يسمح هذا الطول بالوصول إلى مستوى مرتفع من المعنوية الإحصائية ويمثل عينة كافية إحصائياً لكى تمثل المجتمع الإجمالى تمثيلاً صحيحاً وتحقق تجانسـاً اقتصادياً وافياً.

ويعتبر عدد المشاهدات المكونة للمسار تابعاً لفترة تردد المعطيات، ومن ثم فإنه من أجل التنبؤ الأسـبوعى للأسابيع الـ (١٥) القادمة يجب الحصول على (١٥٦) مشاهدة أى لمعطيات تغطى (٣) سنوات. وليس مفضلاً الزيادة الكبيرة فى عدد المشاهدات؛ إذ سيؤدى ذلك إلى تغيرات فى هيكلية السلسلة الزمنية سواء فى مركبة الاتجاه العام أو فى المركبة الفصلية أو فى ظهور ارتباط مع المؤشـرات المدروسة، وذلك يمكن أن يؤثر بشكل مضطرب فى التنبؤات القصيرة الأجل.

فى حالة البيانات نصف الفصلية أو الفصلية أو الربع سـنوية أو السـنوية، يمكننا الاكتفـاء بعدد أقل من المشـاهدات وذلك لأن البيانات المجمعـة غالباً ما تحتوى على كميـات كبيرة من المعلومات. مثال ذلك، أن المشـاهدة السـنوية تعتبـر أقل دقة من الـ (١٢) مشـاهدة شـهرية المكونة لها، ولكنها تحتوى مع ذلك على كمية من المعلومات المتاحة للتحليل أعلى بكثير من تلك المحتواة فى أية مشاهدة شهرية.

لهذا السبب فإن النماذج الاقتصادية القياسية المكونة من معطيات سنوية غالباً ما يتم تقديرها بنحو عشر سنين فى حين يكون غير مناسب تقدير نموذج للتنبؤ الشهرى على أساس (١٠) أشهر.

٢- حساب المؤشرات الإحصائية الأساسية وتمثيل البيانات:

٢-١- حساب المقاييس الأساسية:

نعرض فى هذه الفقرة وسائل الحساب الإحصائى البسيطة مثل مقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت.

- المتوسط الحسابى:

الصيغة العامة لحساب المتوسط لسلسلة زمنية مكونة من الحد العام x_t ولدينا n مشاهدة هى:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{t=1}^{n} x_t}{n}$$

لا يعطى حساب المتوسط الحسابى إلا فائدة محدودة؛ إذ من الممكن لسلسلتين مختلفتين من ناحية حركة اتجاههم العام أن يكون لهما متوسطان حسابيان متساويان. كذلك فى حالة السلاسل الزمنية ذات حركة الاتجاه العام الصاعدة أو الهابطة، يتغير المتوسط بشكل كبير عند كل قيمة جديدة محققة للسلسلة. لهذا السبب من المفضل أن نعرض بالإضافة للمتوسط الحسابى مؤشراً آخر يسمح بالأخذ بعين الاعتبار قيمة التشتت بين قيم السلسلة.

- التشتت:

نستطيع من خلال حساب التباين معرفة مقدار الاختلاف أو التشتت بين قيم السلسلة الزمنية من جهة وبين هذه القيم والقيمة المتوسطة من جهة أخرى ويجب هنا أن نميز بين حالتين، حالة المجتمع الإحصائى بالكامل أو حالة الاكتفاء بعينة ممثلة للمجتمع الأصلى.

صيغة حساب التباين لمجتمع معلوم بالكامل (تباين نظرى) ونرمز له بالرمز (Var) هى التالية:

$$Var(x) = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} (x_t - \bar{x})^2}{n}$$

فى حين أن صيغة حساب التباين لعينة (تباين تجريبى) تعطى بالعلاقة التالية:

$$Var\ (x) = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} (\bar{x}_t - x)^2}{n - 1}$$

فى حالة السلاسـل الزمنية للمبيعات نسـتخدم الصيغة الثانية لحسـاب التباين؛ لأننـا نجهل القيم الإجمالية للسلسـلة وكذلك القيم المسـتقبلية المحققة إلا تلك التى عادة ما تكون قديمة جداً، ومن ثم تمثل السلسلة الزمنية عينة ممثلة لسلسلة المبيعات الحقيقية غير المعلومة.

فى الأدبيات الإحصائية والاقتصادية، نسـتخدم الجـذر التربيعى الموجب للتباين والمسمى بالانحراف المعيارى (σ_x):

$$\sigma_x = \sqrt{Var\ (x)}$$

يعتبر الانحراف المعيارى واحداً من المؤشرات الأساسية الدالة على جودة التنبؤ[1]، وله ميزة التعبير عنه بوحدة قياس السلسـلة الزمنية نفسـها. ولكى نستطيع تفسير قيمته يكون من الأفضل حساب شكله النسبى (نسبة للمتوسط).

- ***معامل الاختلاف:***

يعرف معامل الاختلاف بأنه النسـبة ما بين الانحراف المعيارى ومتوسط السلسلة المحسوبة من المعطيات الخام:

$$CV = \frac{\sigma_x}{\bar{x}}$$

ويعتبر هذا المعامل مؤشراً لدرجة الصعوبة فى إجراء التنبؤ، فكلما ارتفعت قيمته؛ كان تباين السلسلة مهماً ومن ثم يكون إجراء التنبؤ مبدئياً صعباً.

ويمكننا تصنيف السلاسـل الزمنية للمبيعات من ناحيـة صعوبة إجراء التنبؤ تبعاً للمعامل السابق على الشكل التالى:

- السلاسـل الزمنية ذات معامل الاختلاف أقل من (٠,٥) وهنـا يكون التنبؤ مبدئياً سهل التحقق.

---

(١) فى حال كان الانحراف المعيارى للسلسلة أكبر بشكل معنوى من الانحراف المعيارى لخطأ التنبؤ فإننا نعتبر نظام التنبؤ جيداً.

- السلاسل الزمنية ذات معامل الاختلاف المحصور بين (٠,٥ و١) وهنا يكون للسلسلة تشتت متوسط، ومن ثم تكون هناك صعوبة متوسطة فى إجراء التنبؤ.
- السلاسل الزمنية ذات معامل الاختلاف أكبر من الواحد ويكون تباين السلسلة المنسوب للمتوسط الحسابى كبيراً ومن ثم يصعب إجراء التنبؤ صعوبة واضحة.

ولكن لا يمكن لمعامل اختلاف سلسلة المبيعات الخام أن يحكم بشكل مسبق وكامل على الصعوبات اللاحقة، فقد يكون لسلسلة ما تقلبات كبيرة مفسَرة بواسطة معاملات فصلية واضحة أو بواسطة عامل تفسيرى ما مؤثر جداً فى السلسلة.

٢-٢- تمثيل البيانات:

الإجراء الأول الذى يلجأ إليه القائم على التنبؤ هو تمثيل السلسلة الزمنية للمبيعات بيانياً، أى الحصول على ما يسمى المنحنى الممثل للظاهرة المدروسة. وهذا الإجراء يسمح للمتنبئ بتفحص تطور السلسلة واكتشاف وجود حوادث ممكنة فى السلسلة تقود إلى بروزات أو انخفاضات مهمة، وكذلك استخلاص الحركة العامة لاتجاه السلسلة أو ما يسمى بالنزعة.

ولكى يكون العرض البيانى للسلسلة أكثر وضوحاً، يمكن للباحث إجراء تحويل ما على قيم السلسلة أو تطبيق ما يسمى بالمصفى (الفلتر). إن استخدام التحويل اللوغاريتمى[1] يؤدى إلى سحق القيم المرتفعة من السلسلة ومن ثم جعلها ممثلة بمقياس أكثر ضيقاً، ويستخدم هذا التحويل عادة للسلاسل المتأثرة بنزعة قوية جداً. وبالنسبة للرسم البيانى يكون التمثيل عبر المقياس نصف اللوغاريتمى.

أما تطبيق الفلتر فيعنى حساب سلسلة جديدة (تسمى السلسلة المفلترة) من السلسلة الأصلية بواسطة استخدام سياق ديناميكى. وبينما يمكن فى حالة السلاسل المحولة العودة من جديد إلى القيم الأصلية للسلسلة (على سبيل المثال استخدام التحويل الآسى للعودة إلى البيانات التى سبق أن تم تحويلها لوغاريتمياً) فإنه يكون من المستحيل إعادة حساب القيم الأصلية للسلسلة بعد تطبيق الفلتر حتى لو كان نوع الفلتر المستخدم معروفاً.

الفلتر الأكثر استخداماً هو فلتر الوسط المتحرك Moyenne Mobile (MM) الذى يعمل على تسوية (صقل) البروزات والانخفاضات الظاهرة فى السلسلة كى يمكن

(١) هنا يجب الانتباه إلى القيم السالبة والمعدومة.

الاســتدلال بشكل أوضح على حركة الاتجاه العام للسلسلة، ويقوم هذا الفلتر بحساب المتوسط لعدد محدود من قيم السلسلة وتطبيقها على شهر ما.

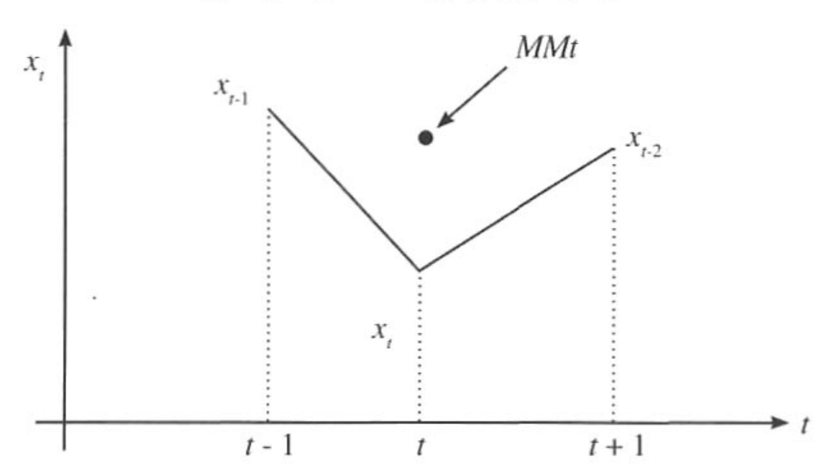
فــإذا كان x_t يمثل الحد العام للسلســلة الخام ولتكن t تمثل الفترة المقابلة لشــهر أكتوبر للعام ٢٠٠٠، فإن للسلســلة المفلترة MMt من الدرجة الثالثة التى يتم الحصول عليها باستخدام الوسط المتحرك الصيغة التالية:

$$MMt = (x_{t-1} + x_t + x_{t+1})/3$$

يشار إلى أن الوسط المتحرك من الدرجة ٣ لا يمكن حسابه إلا من أجل $t = 2$ إلى $n = 1$ (حيث n تمثل عدد المشــاهدات)، وذلك لأنه لا يوجد لدينا مشــاهدات قبل x_1 وبعد x_n.

نلاحظ من الشكل البيانى ١ أن الوسط المتحرك يتوضع فى المركز المتوسط للنقاط الثلاث.

الشكل البيانى رقم (١) وسط متحرك من الدرجة ٣



يتعلــق اختيار درجة الوســط المتحرك بالهدف المراد تحقيقــه وكلما كانت الدرجة كبيرة؛ أدى ذلك إلى صقل أكثر للسلســلة المدروســة، ومن ثم محو الظواهر القصيرة الأجــل وبقاء حركة الاتجاه العــام. كما تؤدى زيادة درجة الصقل إلى خســارة كبيرة للمعلومات الموجودة فى بداية ونهاية السلسلة الزمنية. يمكن الإشارة هنا بشكل خاص إلى الوسط المتحرك من الدرجة ١٢ الذى يمثل تطور الاستهلاك أو المبيعات للسلاسل الزمنية الشهرية بدون الظواهر الموسمية.

فى المنشورات والدوريات الإحصائية والاقتصادية (مثل التقرير الشهرى الإحصائى لمعهد البحوث العلمية BMS[1] أو الاقتصادى الجديد ...) يتم الاستعانة بالوسط المتحرك من الدرجة ٣ أشهر للتمثيل البيانى للظواهر المفلترة، وذلك لجعل المنحنى أكثر صقلاً ولمحو التقلبات التى تظهر من شهر إلى آخر وتشكل قيماً متطرفة.

العلاقات العامة لحساب الوسط المتحرك هى التالية:

- فى حال كانت الدرجة تمثل عدداً فردياً (٢m + ١):

$$MMt = \frac{1}{2m+1}\sum_{i=-m}^{i=m} x_{t+i}$$

- فى حال كانت الدرجة تمثل عدداً زوجياً (٢m)، فيجب اللجوء إلى طريقة حساب اصطناعية بهدف توافق الحد المركزى x_t مع قيمة الوسط المتحرك MMt:

$$MMt = \frac{1}{2m}\left[\frac{1}{2}x_{t-m} + \sum_{i=-m+1}^{i=m-1} x_{t+i} + \frac{1}{2}x_{t+m}\right]$$

لأسباب تبسيط الحساب، نرى من الأفضل اعتبار الأوساط المتحركة من الدرجات الفردية.

نعرض فى الجدول رقم (١) مثالاً لحساب وسط متحرك من الدرجة (٣) ومن الدرجة (٦)، وكذلك حساب المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى ومعامل الاختلاف.

الجدول رقم (١) مثال لحساب الأوساط المتحركة ومعامل الاختلاف (الملف على الإنترنيت: *C2EX1.XLS*)

الزمن	الاستهلاك	MM٣	MM٦
١	١٠٠	–	–
٢	٨٩	٩٦	–
٣	٩٩	٨١,٣٣	–
٤	٥٦	١٠٠,٦٧	٩٢,٦٧
٥	١٤٧	٩٦,٦٧	٩٣,٢٥

(١) التقرير الشهرى للإحصاء فى المعهد الوطنى للعلوم الاقتصادية Insee.

تابع - الجدول رقم (١).

الزمن	الاستهلاك	MM٣	MM٦
٦	٨٧	٩٦,٦٧	١٠١,٥٠
٧	٥٦	٩٤,٣٣	١١٣,٨٣
٨	١٤٠	١١٤,٣٣	١١٨,١٧
٩	١٤٧	١٤٧,٦٧	١١٨,٤٢
١٠	١٥٦	١٣٤,٠٠	١٢٦,٣٣
١١	٩٩	١٣١,٠٠	١٣٩,٢٥
١٢	١٣٨	١١٢,٣٣	١٤٩,٢٥
١٣	١٠٠	١٦٣,٠٠	١٤٩,٢٥
١٤	٢٥١	١٦٩,٠٠	١٤٨,٤٢
١٥	١٥٦	١٨٤,٦٧	١٤٨,٠٠
١٦	١٤٧	١٣٣,٦٧	١٤٩,٩٢
١٧	٩٨	١٢٦,٣٣	١٤٦,٦٧
١٨	١٣٤	١١٩,٦٧	-
١٩	١٢٧	١٤٨,٦٧	-
٢٠	١٨٥	-	-
المتوسط الحسابى	١٢٥	١٢٥,٠٠	١٢٨,٢١
الانحراف المعيارى	٤٤,١١	٢٨,٢٨	٢١,٠٩
معامل الاختلاف	٠,٣٥	٠,٢٣	٠,١٦

مثال فى الحساب للجدول السابق:

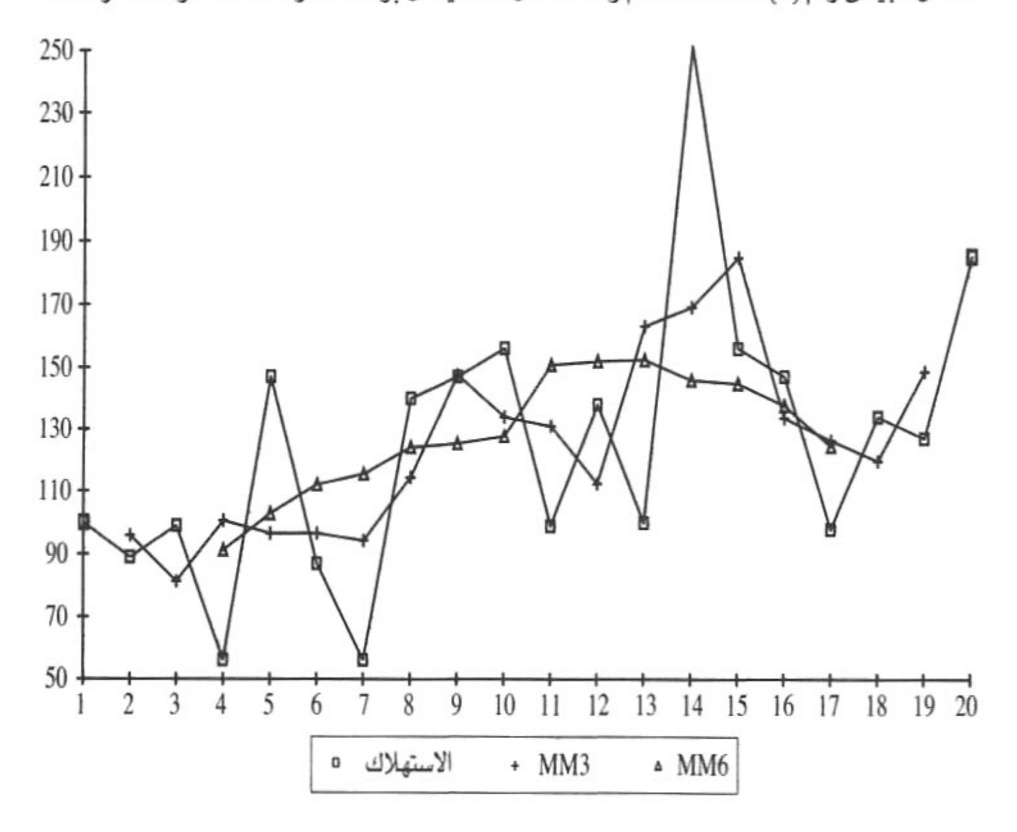
من أجل t = ١٠ (حساب الوسط المتحرك من الدرجة ٣ ومن الدرجة ٦ عند الفترة الزمنية الثانية)

$$MM3_{10} = (147 + 156 = 99)/3 = 134$$

$$MM6_{10} = (56/2 + 140 + 147 + 156 + 99 + 138 + 100/2)/6 = 126.33$$

نلاحظ أن معامل الاختلاف للسلسلة الخام أكبر من مثيله للسلسلة الصقيلة $MM3$ وهــذا الأخيــر أكبر من مثيله للسلســلة $MM6$ وهذا يوضح آليــة الصقل التى تمحو البروزات والانخفاضات فى مسار السلسلة (الفقرة ٢).

الشكل البيانى رقم (٢) السلسلة الخام والسلسلتان الصقيلتان بواسطة الوسط المتحرك للفترات ٣،٦



٣- تحليل السلسلة الزمنية وإجراء التنبؤ:

٣-١- مراحل التنبؤ بالمبيعات:

بينت دراسة الظواهر الاقتصادية منذ زمن طويل وجود أنماط مختلفة لتقلباتها وهذه التقلبات يمكن أن تشتمل على المركبات التالية:

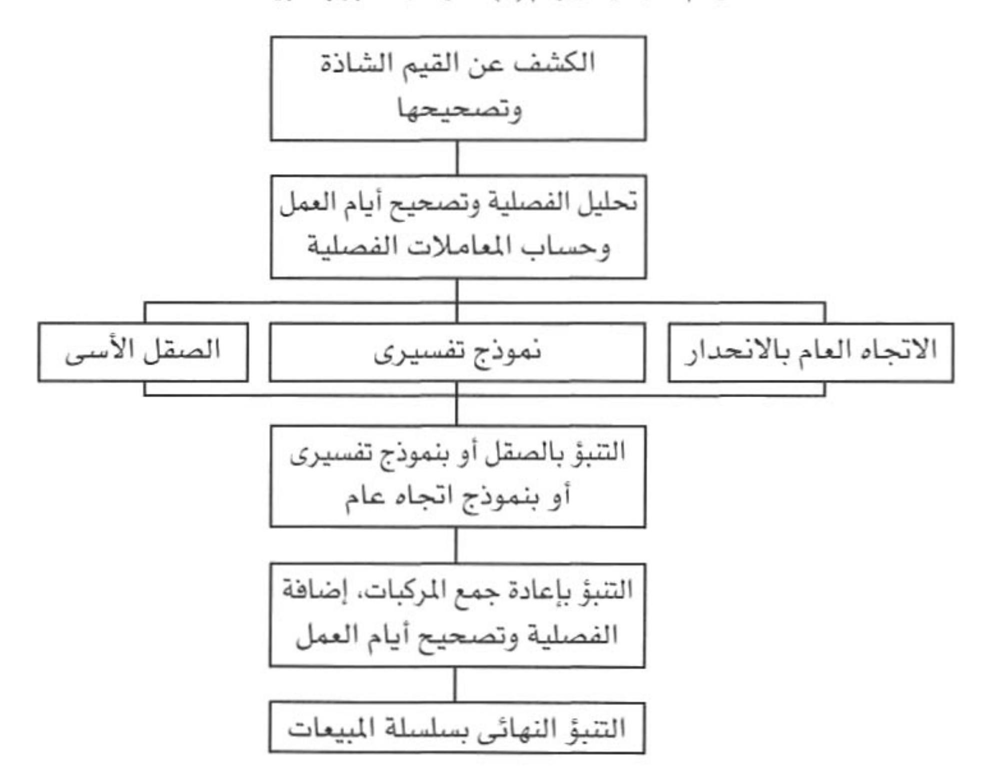
- مركبة الاتجاه العام ونرمز لها بالرمز (T_t) وهى تمثل تغيراً بطيئاً باتجاه محدد يستمر لفترة طويلة.
- المركبة الحلقية أو الدورية ونرمز لها بالرمز (C_t) وهى تمثل تغيراً شبه دورى يتخلله مراحل نمو ومراحل انخفاض. من أمثلتها حلقة أو دورة Kitchin ذات الفترة من ٤ إلى ٥ سنوات وهى تظهر فى الوضع الاقتصادى العام. وعادة ما يتم فى معظم الدراسات المتعلقة بالسلاسل الزمنية دمج مركبة الاتجاه العام والمركبة الدورية فى مركبة واحدة.
- المركبة الفصلية ونرمز لها بالرمز (S_t) وهى تتعلق بتغيرات منتظمة تؤثر فى مدار الأسبوع أو الشهر أو الفصل ... إلخ، وهى تظهر فى المواسم وأثناء الأعياد والمناسبات الاجتماعية.
- التقلبات الصدفية (العشوائية) ونرمز لها بالرمز (R_t) وهى عبارة عن تغيرات عشوائية شديدة الحدوث وتؤدى إلى تقلبات كبيرة أو صغيرة غير ثابتة، وهى تنتج من التأثيرات المحتملة لكل ما يتعلق بالظاهرة المدروسة ولها أشكال متعددة يصعب دراستها بشكل تفصيلى.

يمكن لبعض من المركبات السابقة أن تظهر فى العديد من السلاسل الإحصائية الخام ولكن بعض من هذه الأخيرة تُظهر تطوراً زمنياً أكثر تعقيداً. ويمكن تخليص السلسلة من بعض الظواهر كظاهرة النمو العام على سبيل المثال أو من بعض التغيرات الفصلية. ومن الملاحظ أن هذه المركبات المختلفة تتوضع على السلاسل الزمنية الاقتصادية المرتبطة بالوضع الاقتصادى العام وهى غالباً ما تكون سلاسل شهرية أو فصلية، فى حين تكون ذات فترات زمنية مختلفة (أسبوع مثلاً) بالنسبة للسلاسل الخاصة بمجال عمل المنشأة.

يعتبر تفكيك السلسلة الزمنية الممثلة للمبيعات إلى مركباتها الأصلية الهدف من أية طريقة تنبئية وذلك بغية عزل هذه المركبات، ثم إجراء عملية تمديد خارجى لكل واحدة على حدة وبعد ذلك جمع هذه المركبات لتشكيل التنبؤ النهائى المطلوب.

يمثل الرسم التوضيحى رقم (١) المراحل التقليدية المختلفة للتنبؤ بالمبيعات.

الرسم التوضيحى رقم (١): مراحل التنبؤ بالمبيعات



٣-٢- البحث عن القيم الشاذة وتصحيحها:

قبل البدء بأية معالجة إحصائية للسلسلة الزمنية للمبيعات، يكون مناسباً التمييز بين:

- حوادث منتظمة وعادية معروفة من قبل ذوى التجربة وتسمى بالحوادث الطبيعية.
- حوادث عرضية، لا يمكن التنبؤ بها، تسمى بالظواهر غير الطبيعية أو الشاذة.

وتظهر كميات الاستهلاك غير الطبيعية فى السلع ذات الاستهلاك الكبير وفى القطاعات الأخرى، ويمكن لهذه الطلبيات الكبيرة الاستثنائية الناجمة بسبب التصدير أو بسبب المشتريات الكبيرة أو أيضاً بسبب بعض حوادث التوزيع العرضية (كإضرابات النقل على سبيل المثال) أن تخل أو تشوش بشكل كبير السلسلة الزمنية للمبيعات.

هذه القيم الشــاذة ليســت إلا نتيجة ظاهــرة غير مكررة ذات خاصة اســتثنائية فالمبيعات الناتجة عن عمليات الترويج التســويقى لا تعتبر ظاهرة شــاذة؛ لأنها تشكل جزءاً من الحياة العادية للمنشأة.

إذن للمشكلة وجهان، أولهما يجب التعريف بالمشاهدة الشاذة والآخر يجب تصحيح تلك المشاهدة كى يتم عزل تأثيرها.

٣-٢-١- الكشف عن القيم الشاذة:

هناك عدة وســائل للكشف عن القيم الشــاذة لكن أى منها لا تعطى نتائج مرضية تمامــاً. نعرض فيما يلى أربع طرائق ويمكــن للقارئ المهتم بالتفاصيل الرياضية لهذه الطرائق العودة إلى المرجع المشار إليه[١].

- طريقة مجال الثقة:

تفترض هذه الطريقة التوزيع الطبيعى للمشاهدات[٢] وتتميز ببساطة تطبيقها. فهى تستلزم فقط حســاب الانحراف المعيارى لسلسلة المبيعات، ثم عزل جميع المشاهدات الخارجة من مجال الثقة المحدد.

فــإذا كانت σ_x تمثــل الانحراف المعيارى للسلســلة، فيمكننا حســاب مجال الثقة بالطريقة التالية:

$$IC = \bar{x} \pm 1.96 \times \sigma_x$$

حيث (١,٩٦) هى القيمة الجدولية للتوزيع الطبيعى عند مستوى دلالة (٥٪).

وكل قيمة تخرج عن المجال المشار إليه سابقاً تعتبر قيمة شاذة.

هنــاك بعض المشــاكل الناجمة عن هذه الطريقة خاصة عند تطبيقها على السلاســل الزمنية ذات الحركة الفصلية الواضحة والشديدة، حيث يكون هناك خطر فى إخراج بعض القيم الشهرية الأقل قوة أو الضعيفة من مجال الثقة وإعطاء انطباع بأنها قيم شاذة.

بالعودة إلى المعطيات المعروضة فى الجدول ١، يكون مجال الثقة معطى على الشكل التالى:

$$IC = 125.62 \pm 1.96 \times 44.11 \Rightarrow IC = [39.14;212.05]$$

---

(١) Vallin ١٩٨٤.

(٢) تعنى فرضية التوزيع الطبيعى للمشاهدات أن هناك تماثلاً فى التوزيع للقيم حول القيمة المتوسطة.

يلاحظ أن المشـــاهدة للفتـــرة t =١٤ ($x_{14} = 251$) تقع خارج المجال المذكور ومن ثم يمكن الشك فيها باعتبارها قيمة شاذة.

- **طريقة اختبار المتوسط:**

تفترض هذه الطريقة أيضاً التوزيع الطبيعى للمشاهدات ولاختبار تجانس المشاهدة x_t مع باقى المشاهدات، نطبق اختباراً لمقارنة المتوسطات بين عينتين:

- عينة مخفضة إلى عنصر واحد فقط وهو المشـــاهدة x_t وهى عينة نرغب فى اختبار ما إذا كانت شاذة أم لا.
- عينـــة مكونـــة من (n - 1) عنصراً من عناصر السلســـلة الزمنية (حيث n تمثل عدد مشاهدات السلسلة المدروسة).

نحسب الاختبار التالى (المسمى اختبار ستيودنت التجريبى):

$$t_{cal} = \frac{|x_t - \bar{x}|}{\sqrt{\dfrac{\sum_{j \neq t}(x_j - \bar{x})^2}{(n-1)(n-2)}}}$$

إذا تحقـــق $t_{cal} > t_{lu}$ (حيث t_{lu} تمثل القيمة المقروءة من جدول توزيع ســـتيودنت من أجل (n - 2) درجة حرية ومستوى دلاله ٥٪)، فإن المشاهدة (x_t) تعتبر قيمة شاذة وفى الحالة المعاكسة ($t_{cal} < t_{lu}$) فإن القيمة المدروسة تعتبر قيمة طبيعية.

بإعادة أخذ معطيات الجدول (١) وبتطبيق العلاقة السابقة على المشاهدة (t =١٤) نحصل على العناصر التالية:

$\bar{x} = 119$ (بدون المشاهدة x_{14})

$$\sum_{j \neq t}(x_j - \bar{x})^2 = 22362; \quad t_{cal} = \frac{132}{\sqrt{\dfrac{22362}{19 \times 18}}} = 16.32$$

نلاحظ أن $t_{cal} = 16.32 > t_{lu} = 2.101$ (α تساوى ٥٪ وعدد درجات الحرية يساوى $20 - 2 = 18$).

نتائج هذا الاختبار تتوافق مع الاختبار السابق من ناحية اعتبار المشاهدة (١٤) شاذة.

- طريقة مجال الثقة المضاعف:

تعتبر هذه الطريقة اســتكمالاً للطريقة الأولى وتناســب بشــكل خاص السلاسل الزمنية ذات الحركة الفصلية الواضحة. وتقضى بحســاب مجال للثقة لكل عام ولكل شــهر (أو فصل). وأية مشــاهدة تخرج من كلا المجالين تعتبر قيمة شــاذة. يوضح الجدول ٢ هذه الطريقة.

تمثل IC١ وIC٢ فى الجدول المذكور حدود مجالى الثقة وكل مشاهدة يتم مقارنتها مــع مجال الثقة الســنوى ومجال الثقة الفصلى الذى تنتمى لــه، وإذا كانت خارج كلا المجالين فإنه يمكن اعتبارها مرشحة لأن تكون قيمة شاذة.

الجدول رقم (٢) حساب مجال الثقة المضاعف (الملف على الإنترنيت: *C2EX2.XLS*)

	فصل ١	فصل ٢	فصل ٣	فصل ٤	المتوسط	الانحراف المعيارى	IC١	IC٢
السنة١	١٦٤	١٩٨	٨٥	١٧٩	١٥٦.٥	٤٣.٠٠	٧٢.٢١	٢٤٠.٧٩
السنة٢	١٦٨	٢٠١	٩٨	١٩٧	١٦٦	٤١.٢٧	٨٥.١٠	٢٤٦.٩٠
السنة٣	١٩٧	٢٠٩	١٠٠	٢١٦	١٨٠.٥	٤٦.٩٧	٨٨.٤٤	٢٧٢.٥٦
السنة٤	٢٢٣	٢٤٥	١١٩	٢٦٠	٢١١.٧٥	٥٥.١٤	١٠٣.٦٧	٣١٩.٨٣
السنة٥	٢٩٨	٣٠٩	١٢٤	٢٦٧	٢٤٩.٥	٧٤.٠٨	١٠٤.٣١	٣٩٤.٦٩
المتوسط	٢١٠	٢٣٢.٤	١٠٥.٢	٢٢٣.٨	-	-	-	-
الانحراف المعيارى	٤٨.٩١	٤١.٨٢	١٤.٣٦	٣٤.٥٣	-	-	-	-
IC١	١١٤.١٣	١٥٠.٤٤	٧٧.٠٦	١٥٦.١١	-	-	-	-
IC٢	٣٠٥.٨٧	٣١٤.٣٦	١٣٣.٣٤	٢٩١.٤٩	-	-	-	-

نقارن على ســبيل المثال قيمة الفصل الثانى من الســنة الثالثة بقيمة مجال الثقة لفصلها أى [150.44; 314.63] ولسنتها أى [88.44; 272.56] ونلاحظ أن تلك القيمة تنتمى لكلا مجالى الثقة ومن ثم تعتبر قيمة طبيعية.

تعطى هذه الطريقة نتائج جيدة كلما ازداد عدد المشاهدات، ومن ثم يمكن أن تكون مناسبة للسلاسل الزمنية الشهرية.

نلاحظ أن الطرائق الثلاثة السابقة تفترض التوزيع الطبيعى للمشاهدات ولكن السلاسل الزمنية الممثلة للمبيعات نادراً ما تخضع مفرداتها للتوزيع الطبيعى الذى يفترض تماثلاً فى التوزيع للمشاهدات مقارنة مع المتوسط ولكن على الرقم من تلك السلبية تبقى هذه الطرائق الأكثر استخداماً لسهولتها.

- الكشف عن القيم الشاذة بواسطة الانحدار:

تقضى هذه الطريقة بإنشاء متغير صامت[1] يتعلق بالمشاهدة المراد اختبارها. وهذا المتغير يتكون من القيمة (٠) لكل المشاهدات ما عدا القيمة المشكوك فيها، حيث يأخذ من أجلها القيمة (١). نجرى تقديراً للانحدار وننظر إلى قيمة معلمة الانحدار للمشاهدة المختبرة، فإذا كانت قيمة تلك المعلمة مختلفة معنوياً عن القيمة صفر فذلك يعنى أن القيمة المختبرة هى قيمة شاذة.

تتميز هذه الطريقة بفعاليتها الدقيقة فى اختبار القيم الشاذة وهى لا تفترض أى شرط يتعلق بتوزيع المشاهدات، لكنها تبقى صعبة التطبيق فى حالة البيانات المؤتمتة التى تشتمل على عدد كبير من سلاسل المبيعات.

٣-٢-٢- تصحيح القيم الشاذة:

بعد الكشف عن القيم الشاذة يتم عزل تأثيرها عن باقى قيم السلسلة من خلال استبدالها بقيم أخرى جديدة وسنشرح الآن الوسائل المختلفة التى تسمح بتحديد هذه القيم الجديدة.

- التدخل البشرى:

الطريقة الأكثر بساطة والأكثر منطقية لاستبدال القيم الشاذة هى إعطاء مسؤولية هذا الاستبدال إلى إدارى النظام الذى يمتلك من الخبرة ما يكفى لاستبدال تلك القيم. فهو يعلم أسباب الانحراف عن الحدود الطبيعية ويعلم مقدار الاختلاف عن القيم الطبيعية الذى تسببه القيم الشاذة، ولكن فى حالة وجود العديد من الأسباب التى أدت إلى الانحراف فإن ذلك الإدارى قد يصبح عاجزاً عن إجراء التصحيح.

(١) سنعود إلى التعريف بهذه التقنية التى تفترض معرفة نموذج الانحدار المتعدد وتفسيره فى الفصلين الرابع والسادس.

- **مجال الثقة:**

فى هذه الحالة فإننا نلجأ إلى إعادة المشـاهدة الشاذة إلى أحد حدى مجال الثقة الأعلى أو الأقل. وهذه الطريقة تتميز بسـهولة اسـتخدامها وآليـة برمجتها ولكنها لا تعنى تحييداً تاماً لأثر تلك القيم حيث تمثل الحدود الطرفية لمجال الثقة حداً نظرياً ليس له أى وجود ويمكن أن يتقلب قليلاً نتيجة عملية الحساب للمعاملات الفصلية.

- **تقدير القيم بواسطة التنبؤ:**

تقضى هذه الطريقة باسـتبدال القيمة غير الطبيعية فى الزمن t بالقيمة المتوقعة فى الزمن T-1 وذلك بواسطة نموذج التنبؤ للفترة نفسها. وهذا يستلزم إجراء محاكاة للتنبؤ وليس استبدال المشاهدة التى تم الكشف عنها بقيمتها المصححة؛ وذلك لأن هذه الأخيرة تشتمل على جزء من المعلومات المشوهة.

تكمن الفائدة من هذه الطريقة فى عملية العزل التام للمشـاهدة الشاذة من خلال توافقها مع النموذج المعد للتنبؤ ولكنها صعبة التطبيق آلياً.

٣-٣- مخطط تفكيك السلسلة الزمنية:

تسـتند آلية تفكيك السلسـلة الزمنية إلى مكوناتها الأساسـية على نمط النموذج المكون لتلك المركبات. هناك ثلاثة أنماط ممكنة لتكوين مركبات السلسلة الزمنية:

- النمـط التجميعى الذى يفترض الاسـتقلالية بين جميع المكونـات ويعبر عنه على الشكل التالى:

$$x_t = T_t + S_t + R_t$$

فى هذه الحالة تكون المركبة الفصلية شديدة فى اتساعها وفى فترتها.

- النمط التضاربى ويأخذ الصيغة التالية:

$$x_t = T_t \times S_t + R_t$$

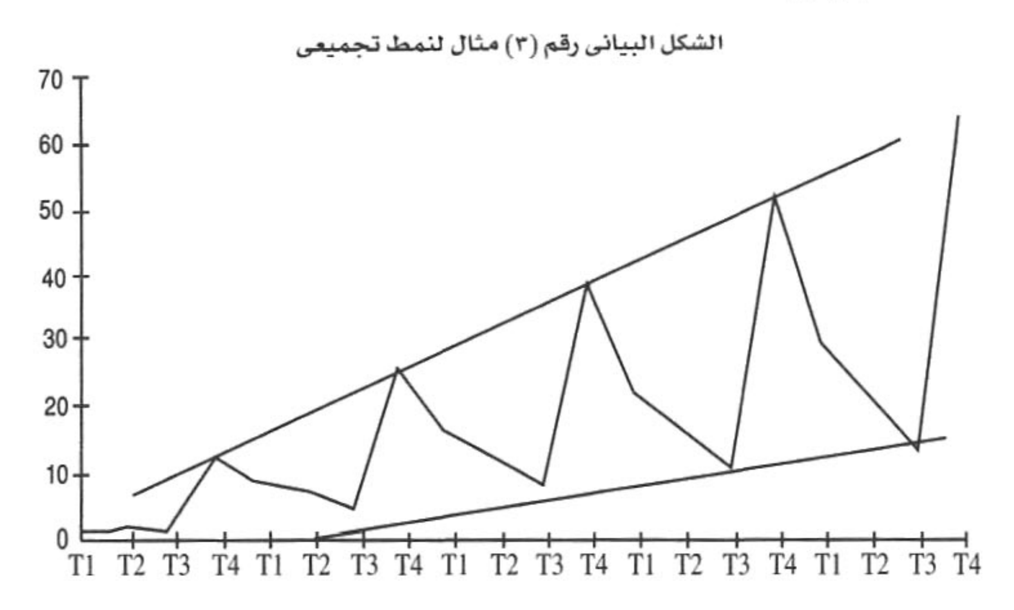
وفى هذا الشكل تكون المركبة الفصلية مرتبطة بمركبة الاتجاه العام (فصلية مرنة مع تغيرات فى السعة بمرور الزمن).

- النمط التضاربى التام ويأخذ الشكل التالى:

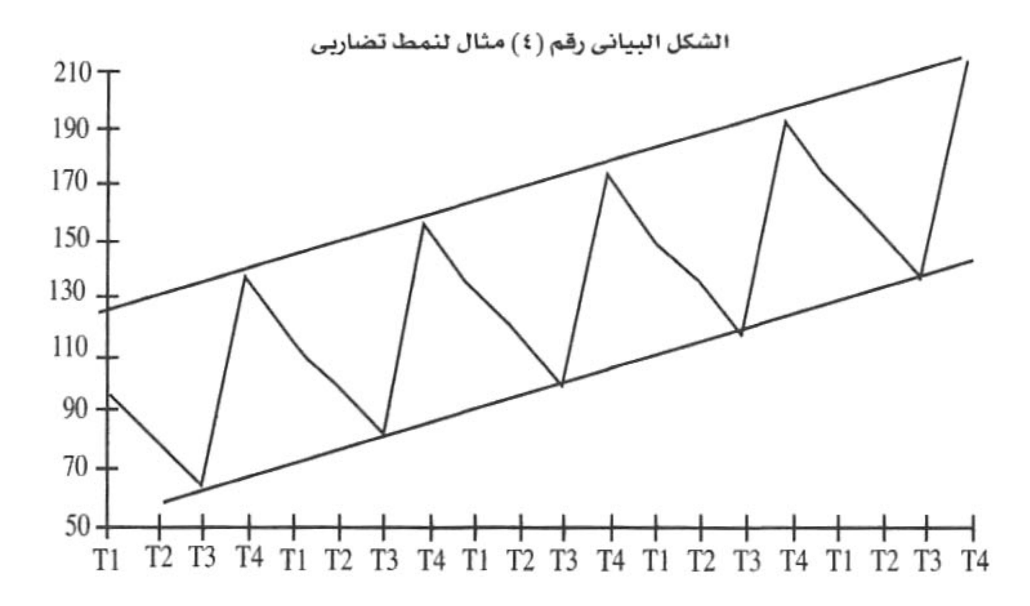
$$x_t = T_t \times S_t + R_t$$

يكون فى هذا الشـــكل تقاطع بـــين المركبات الثلاث، ويعتبر الأكثر اســـتخداماً فى التطبيقات الاقتصادية وهو ســـهل الاســـتخدام؛ لأن لوغاريتم هذا الشـــكل يقود إلى النمط التجميعى.

الشكل البيانى رقم (٣) مثال لنمط تجميعى



الشكل البيانى رقم (٤) مثال لنمط تضاربى



يتوافق النمط التجميعى (الرسم البيانى ٣) مع مسار السلسلة الزمنية التى تستمر فيها المركبة الفصلية بالشـكل نفسـه دون تعديل مع مرور الزمن وتكون حركة الاتجاه العام قليلة الوضوح.

فـى حين أنه فى النمط التضاربى (الرسـم البيانى ٤) يكون هناك اعتبار لسـعة المركبة الفصلية فى تحركها مع الزمن وبشـكل نسـبى مع قيمة مركبة الاتجاه العام. وفـى هذا النمط يمكـن العودة إلى النمط التجميعى من خـلال أخذ اللوغاريتم، أى: ($Log\ (ab) = Log\ a + Log\ b$).

$$Log\ (x_t) = Log\ (T_t \times S_t \times C_t \times R_t) = LogT_t + LogC_t + LogR_t$$

سنشرح فى الصفحات القادمة هذه المركبات الأربعة بشكل متتالٍ، وسيكون تركيزنا بشكل أكبر على مركبتى حركة الاتجاه العام والمركبة الفصلية.

٣-٤- مركبة الاتجاه العام La tendance:

عنـد النظر إلى التمثيل البيانى لأية سلسـلة زمنية، فإننا نلاحظ بسـهولة وجود حركة للاتجاه العام لمسـار تلك السلسـلة، وهدفنا فى هذه الفقرة هو شـرح طرائق حساب بسيطة تسمح بمعرفة حركة الاتجاه العام على المدى المتوسط بأكبر قدر ممكن مـن الدقة. هناك مجموعة مختلفة من الطرائـق الأولية لتقدير مركبة الاتجاه العام فعلى سبيل المثال نستطيع من خلال إجراء النسبة بين قيمتين طرفيتين حساب النسبة المئوية الإجمالية للزيادة فى السلسـلة المدروسـة ومن ثم تحديد معدل تزايد شـهرى متوسـط ومعرفة المسار العام لاتجاه السلسلة. ولكن عملية انتقاء القيم المتطرفة هى عملية اختيارية ويمكن لأية مشـاهدات أخرى أن تكون منتقـاة. بالإضافة إلى ذلك، فنحن لا نأخذ بعين الاعتبار باقى قيم السلسلة واكتفينا فقط بقيمتين.

لإجراء تقدير أفضل لمركبة الاتجاه العام يكون ضرورياً الاستعانة بمفاهيم الإحصاء الرياضى التى تعطى بعض الأدوات اللازمة للحساب.

- الاتجاه العام بواسطة الوسط المتحرك:

تم فى الفقرة السـابقة التعرف على مفهوم الوسط المتحرك وآلية عمله فى صقل المنحنيات الممثلة للسلاسـل الزمنية. ومن خلال أخذ درجة مرتفعة للوسـط المتحرك يمكننـا تخفيض التقلبات الحاصلة فى مسـار السلسـلة (كلما زادت درجة الوسـط المتحرك: أدى ذلك إلى حذف التقلبات فى المنحنى المصقول).

هناك سلبيتان تتعلقان باستخدام الأوساط المتحركة بوصفها أداة لتحديد حركة الاتجاه العام، الأولى تتمثل فى تقليص عدد مفردات السلسلة المدروسة، فمركبة الاتجاه العام لا يمكن الحصول عليها إلا من أجل الفترة الزمنية الممتدة من المشاهدة $(m+1)$ إلى المشاهدة $(n-m)$. والسلبية الثانية تكمن فى عدم وجود أى مبدأ معقول للتمديد الخارجى لمركبة الاتجاه العام المحددة بواسطة الوسط المتحرك، فإذا رغبنا فى إجراء إسقاطات للسلسلة المصقولة فإننا بحاجة لإدخال نموذج أكثر تفسيراً لتمثيل مركبة الاتجاه العام.

وهكذا فإن المتوسطات المتحركة تستخدم لأهداف وصفية بحتة للسلاسل الزمنية الاقتصادية، أو لحذف مركبة الاتجاه العام بغية دراسة خاصية ما من خصائص المركبة العشوائية مثل دراسة دورات النشاط الاقتصادى.

- الاتجاه العام بواسطة الانحدار:

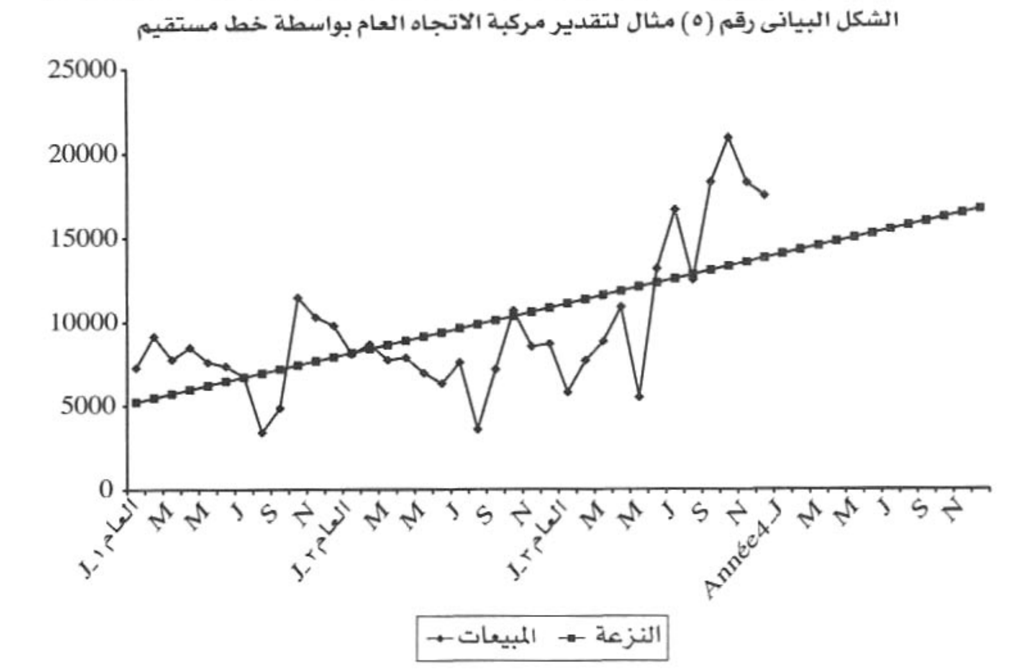
فى هذه الحالة نعمل على تقدير مركبة الاتجاه العام بواسطة كثير حدود من الشكل:

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t_2 + \alpha_3 t_3 \ldots$$

لنأخذ على سبيل المثال كثير حدود من الدرجة الأولى: $x_t = \alpha_1 \; t = \alpha_0$، الذى يفترض أن مركبة الاتجاه العام خطية (الشكل البيانى ٥) ويمكن تمثيلها بواسطة خط مستقيم يتوافق مع توفيق طريقة المربعات الصغرى.

يتلخص الهدف هنا فى تقدير مركبة الاتجاه العام على المدى الطويل للسلسلة المدروسة بواسطة مستقيم (أو كثير حدود من درجة أعلى) مُقدر بواسطة طريقة المربعات الصغرى العادية (MCO). وهذه الطريقة تعطى بالإضافة إلى تقديرات المعالم α_1 α_0 أى $\hat{a}_1$ و$\hat{a}_0$ الانحرافات المعيارية للمعاملات، ومن ثم تسمح بإجراء اختبارات إحصائية (اختبارات المعالم فى الفصل الثالث). تفترض هذه الطريقة ثبات المعالم α_1 وα_0 مع الزمن، وتسمى طريقة التنبؤ باستخدام هذه التقنية «التمديد الخارجى للسلسلة». وتبقى هذه الطريقة مفيدة لتقدير حركات الاتجاه العام الشديدة للظواهر الاقتصادية.

الشكل البيانى رقم (٥) مثال لتقدير مركبة الاتجاه العام بواسطة خط مستقيم



تُعطى قيم المعاملات المقدرة لكثير الحدود من الدرجة الأولى بواسطة العلاقات التالية، وذلك باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية:

$$\hat{a}_1 = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} (x_t - \bar{x})(t - \bar{t})}{\sum_{t=1}^{t=n} (t - \bar{t})^2}$$

$$\hat{a}_0 = \bar{x} - a_1 \, \bar{t}$$

حيث تمثل n عدد المشاهدات.

ويعطى التنبؤ المحسوب فى اللحظة n (عند آخر مشاهدة) للمجال h بالعلاقة التالية:

$$x_{n+h} = \hat{a}_1 \, (n + h) + \hat{a}_0$$

حيث تمثل h مجال التنبؤ.

نســتطيع من خلال البرمجيات الإحصائية الحصول على القيم المقدرة للمســتقيم الممثل لحركة الاتجاه العام. ويمكن العودة للملف C٢EX٣ للحصول على مثال تطبيقى. ومن أجل هذا المثال نحصل على المستقيم المقدر التالى:

$$T_t = 243.39\, t + 4986.32$$

وباعتبــار القيمة الابتدائية المســاوية لـ (٤٩٨٦,٣٢) فإن المبيعات تتزايد وســطياً ضمن تلك الفترة بمقدار (٢٤٣,٣٩) وحدة شــهرياً، ومن ثم فإن التنبؤ يقضى بإجراء تمديد خارجى لهذا المستقيم الممثل لحركة الاتجاه العام للسلسلة.

يرتبط اختيار درجة كثير الحدود بعدة معايير منها مجال التنبؤ، الانقطاعات فى حركة الاتجاه العام لحياة المنتَج وكذلك عدد المشــاهدات المتاحة. ويمكن من خلال البرمجيات الجاهزة (البرنامج إكسل) تقدير أى شكل كان للمعادلة الممثلة لشكل الاتجاه العام.

تتميز هذه الطريقة فى التقدير ببســاطتها ومرونة استخدامها ولكن لهذه الطريقة نقطتى ضعف:

- استخدامها للزمن باعتباره متغيراً تفسيرياً وحيداً.
- ثبات المعاملات المقدرة على طول فترة الدراسة.

٣-٥- المركبة الفصلية La saisonnalité:

٣-٥-١- لماذا نحلل الحركة الفصلية؟

تعتبر السلاسل الزمنية ذات التقلبات الموسمية صعبة التفسير ولذلك يتم عادة تخليص هذه السلاسل من المركبة الفصلية حتى تتضح آلية تطورها ومن ثم التنبؤ بمسارها المستقبلى.

وقبل البحث فى طرائق دراســة المركبة الفصلية، يجب فهم الســلبيات التى تنجم عن الطريقة المســتخدمة عادة فى تحليل الوضع الاقتصادى العام وهى تقضى بإجراء مقارنة للشهر الأخير الملاحظ فى سلسلة البيانات (أو الفصل الأخير، ...) مع الشهر (أو الفصل، ...) الموافق من السنة السابقة أو المقارنة المباشرة لتطور المبيعات من شهر إلى آخر. والهدف من هذه الطريقة هو تحديد الاتجاه الجديد للظاهرة ولكن النتائج قد تكون خاطئة للسببين التاليين:

- قد يكون الاتجاه العام المتوسط بين شهر ما (أو فصل ما، ...) والشهر (أو الفصل، ...) الموافق له من العام السابق مختلفاً بشكل ملموس عن الاتجاه الجديد للسلسلة.

- إن المقارنة المستندة إلى مشاهدتين اثنتين فقط غالباً ما تكون متأثرة بالأسباب العرضية التى تؤثر فى الظاهرة فى التواريخ المحددة، ولذلك فإن الحكم الصحيح حول حركة الاتجاه العام لتطور الوضع الاقتصادى يجب أن يستند إلى تحليل كامل لمشاهدات السلسلة الزمنية وليس الاقتصار فقط على مشاهدتين.

كما أن وجود حركة موسمية فى المبيعات من سلعة ما قد يُخفى الحركة الحقيقية لمسيرة هذه المبيعات، ومن ثم فإن السلاسل الزمنية الخام للمبيعات التى تحتوى على تأثيرات موسمية لا يمكن تفسيرها. بالمقابل فإنه سيكون أكثر سهولة التنبؤ بالمبيعات دون وجود تقلبات موسمية للأسباب التالية:

- إمكانية حساب المركبة «الحقيقية» لحركة الاتجاه العام.
- كذلك يمكن إيضاح التأثير الحقيقى للعناصر التفسيرية (إعلان، تخفيضات، ...) على حركة المبيعات.

٣-٥-٢- تصحيح أيام العمل:

قبل البدء بعملية حساب معاملات المركبة الفصلية، يكون ضرورياً إجراء تصحيح لأيام العمل الحقيقية (CJO) كى نكون على يقين بخصوص عدد أيام العمل الحقيقية فى الشهر المدروس. فعلى سبيل المثال فإن عدد أيام العمل فى شهر آذار أكثر من شهر شباط، ومن ثم يجب علينا التمييز بين هذه الأشهر سواء أكان يتعلق ذلك بالإنتاج (الشديد الارتباط بأيام العمل) أو بمواعيد التسليم (أقل ارتباطاً) أو بالطلبيات (قليلة الارتباط بأيام العمل).

فيما يتعلق بالقطاع الصناعى، يكون هذا التأثير محدوداً جداً بسبب التنسيق المسبق الذى تتخذه هذه المنشآت بحيث تعمل على تسليم البضائع للزبائن بالتواريخ المحددة. أما فى قطاع السلع ذات الاستهلاك الكبير: فإن تأثير أيام العمل على المبيعات للمستهلكين يكون شديداً بسبب إغلاق المتاجر خارج تلك الأيام.

إن عملية التصحيح لأيام العمل تتم على النحو التالى:

إذا افترضنا أن MJO تمثل العدد المتوسط من أيام العمل الفعلية لشهر ما من السنة (تقريباً ٢١ يوماً)، فإن السلسلة CJO تكون مساوية لـ:

$$(x_t \times NJO)/MJO \times 100$$

حيث: x_t تمثل المشاهدة للشهر، وt للسلسلة الخام، وNJO عدد أيام العمل الفعلية للشهر t.

٣-٥-٣- حساب المركبة الفصلية:

ليس هنـــاك من طريقة مثلى لتقديـــر المعاملات الفصلية، فمهمـــا كانت الطريقة المســـتخدمة يبقى هناك دائماً خطر إدخال بعض التقلبات العشـــوائية المسماة أحياناً قيماً شـــاذة ضمن تقلبات المركبة الفصلية. لذلك فعند حساب المركبة الفصلية لا بد من تحديـــد بعض الخيارات المتعلقـــة بنمط المعاملات الفصليـــة (تجميعى/تضاربى، ثابتة/منزلقة) وهى تبعاً لها ســـتكون المعاملات الفصلية مختلفة بعض الشىء وبشكل عام لا بد من مراعاة بعض القواعد.

- مبدأ «الحفاظ على المدى» **La conservation des aires**:

يجب أن يكون متوســـط السلســـلة الخام مساوياً لمتوســـط السلسلة المصححة من التقلبـــات الفصليـــة CVS. فالهدف من تحليل التقلبـــات الفصلية هو الحصول على توزيع جديد لمســـار السلســـلة الســـنوى دون أن يؤدى ذلك إلى تعديل القيم الســـنوية التراكمية، أى يجب أن تكون المتوســـطات السنوية للسلسلة الخام وللسلسلة المصححة متطابقة. يسمى هذا المبدأ مبدأ الحفاظ على المدى.

- اختيار نمط تفكيك السلسلة الزمنية:

رأينا ســـابقاً أنه يوجد نمطان أساســـيان لتفكيك السلســـلة الزمنية إلى مكوناتها الأساسية:

- النمـــط التجميعـــى: $x_t = T_t + S_t + R_t$ (الفصليـــة فى هذا النمط شـــديدة فى الاتساع وفى الفترة).
- النمط التضاربى: $x_t = T_t \times S_t \times R_t$ (تأثير متبادل للمركبات الثلاثة).

فى حالة النمط التجميعى فإننا نعبر عن المعاملات بالوحدة المســـتخدمة نفســـها لمشـــاهدات السلسلة الزمنية. ولنأخذ على ســـبيل المثال سلسلة الكميات المسلمة من الفولاذ والمقدرة بآلاف الأطنان وبافتراض أن قيمة معامل شهر آب مساوية لـ (١٢٥) - فإن ذلك يعنى أنه فى شهر آب تنقص الكميات المسلمة من الفولاذ بمقدار (١٢٥) ألف طن. فى هذا النمط من التحليل فإن المعاملات الفصلية لا تأخذ بعين الاعتبار مركبة الاتجاه العام للسلســـلة. ولكى يتحقق مبدأ الحفاظ على المدى فإن مجموع المعاملات الفصلية يجب أن يكون مساوياً للصفر.

فى حالة النمط التضاربى، تكون المعاملات الفصلية ممثلة بنسب مئوية (فإذا كان معامل شهر آب يساوى لـ (٠,٨٢) على سبيل المثال، فذلك يعنى نقص الكميات المسلمة فى شهر آب بمقدار (١٨٪). وفى هذا التحليل يتم دمج مركبة الاتجاه العام مع المركبة الفصلية وهذا النمط يمثل الطريقة الأكثر استخداماً.

يجب أن يكون مجموع المعاملات الفصلية مساوياً لعدد العوامل الفصلية (المتوسط يجب أن يساوى الواحد) ففى حالة البيانات الشهرية فإن مجموع المعاملات يساوى (١٢) وللبيانات الفصلية يكون المجموع مساوياً (٤) وذلك لاحترام مبدأ الحفاظ على المدى.

إن اختيار طريقة التفكيك يعتمد على مسار السلسلة، فإذا كانت مركبة الاتجاه العام قليلة الوضوح فإن استخدام كلتا الطريقتين يقود إلى نتائج متماثلة تقريباً، أما فى حال بروز مركبة واضحة للاتجاه العام فإننا نستخدم النمط التضاربى. والتأثير السلبى الوحيد لاستخدام المعاملات الفصلية التضاربية يحدث عندما تكون سلسلة المبيعات متأثرة بحركة فصلية قوية وواضحة، ففى بعض الصناعات يمكن أن تكون معدومة لبعض الأشهر فى العام ومن ثم فإن التقسيم أو الضرب بقيم صغيرة جداً يؤدى إلى تضخيم الحركة الفصلية، ويمكن أن يولد سلسلة مصححة من التقلبات الفصلية تشتمل على بعض القيم المتطرفة أو الشاذة.

- **معاملات ثابتة أم منزلقة؟ Fixes ou glissants:**

- المعاملات الثابتة: هى المعاملات التى لا تتغير قيمها المحسوبة من سنة إلى أخرى.
- المعاملات المنزلقة: هى تلك التى تتغير قيمها مع تغير السنوات.

و كما هو معلوم فإن التقلبات الموسمية تتكرر من سنة إلى أخرى بشكل متماثل ومن ثم يكون من غير المفيد اللجوء إلى استخدام المعاملات المختلفة من سنة إلى أخرى. ولكن فى بعض الحالات عندما يوحى تأثير اقتصادى ما بتطور مختلف فى السلوكيات يكون مفيداً إدخال مركبة فصلية منزلقة.

إن حساب المعامل الفصلى الشهرى يقود إلى خطر إدخال بعض المكونات العشوائية "bruit" فى المركبة الفصلية، ومن ثم فإن التمييز بين المركبة الفصلية ومركبة البواقى résidu سيكون صعباً فى غياب وجود قيود صارمة حول المعاملات الفصلية. فعلى

سبيل المثال إذا كان الاستهلاك من مادة زراعية ما جيداً فى إحدى السنوات لأسباب مناخية؛ فإن الفصلية المنزلقة ستعكس هذا التأثير الفصلى على العام التالى دون أى سبب موجب ودون معرفتها المسبقة بالظروف المناخية.

هناك خطر آخر يجب الإشارة إليه وهو ما يتعلق بالخلط المحتمل بين الفصلية الحقيقية والفصلية الوهمية المُختلقة من قبل المنشأة. فهناك بعض المنشآت تجرى كل عام وفى التاريخ نفسه عمليات ترويج للمبيعات (عبر الدعاية والتخفيضات والإغراءات ... إلخ) أو تغييرات فى التعرفة السعرية، وبحساب المعاملات الفصلية يتم تخصيص المبيعات الزائدة الناجمة عن هذه العمليات إلى المركبة الفصلية على الرغم من أن هذه المبيعات تعود لسياسة إرادية للمنشأة ولا تمثل تأثيراً فصلياً. والمشكلة تظهر عندما تعدل المنشأة تواريخ تلك التخفيضات أو التعديلات السعرية وفى هذه الحالة فإن استخدام المعاملات الفصلية المنزلقة يسمح بشكل سريع بإدخال ودمج هذه التعديلات.

- طرائق الحساب:

لا يوجد طريقة مرضية تماماً لتقدير المعاملات الفصلية، وكما ذكرنا سابقاً فإن استخدام أية طريقة سيؤدى إلى تفاقم خطر إدخال بعض التقلبات العائدة لقيم عشوائية أو لعادات ترويجية فى المركبة الفصلية.

ولكن فى الحالات التقليدية الأكثر استخداماً يتم حساب المعاملات الفصلية الثابتة وفقاً للنمط التضاربى.

وتختلف قيم المعاملات الفصلية تبعاً للطريقة المستخدمة، وسنعرض فيما يلى طريقتين للحساب للمعطيات نفسها (يتعلق المثال بمبيعات منتج فصلى له علاقة بموسم الأعياد) مبينين وسائل الحساب المتبعة ومراحله المختلفة.

أ- تحليل الفصلية وفقاً للنمط التجميعى باستخدام المعاملات الثابتة (الملف *C2EX4*):

يبين الجدولان (٣ و٤) نتائج حساب المعاملات الفصلية وفقاً للنمط التجميعى باستخدام المعاملات الثابتة.

الجدول رقم (٣) تحليل الفصلية: جدول الحساب وفقاً للنمط التجميعي

التاريخ	المبيعات	MM١٢	الانحراف	المبيعات CVS
السنة ١- ك٢	٤٠١,٦٠	–	–	٦٠٧,١٧
شباط	٣٩٥,٧٠	–	–	٦٢٨,٨٥
آذار	٤٥١,٠٠	–	–	٦٠٥,٥٨
نيسان	٤٢٧,٦٠	–	–	٥٤٥,٩٢
أيار	٤٩٦,٨٠	–	–	٦٢٧,٨٨
حزيران	٤٦٧,٧٠	–	–	٥٦٠,٩٦
تموز	٣٥٢,٣٠	٥٦٥,٦٠	٢١٣,٣٠-	٤٩٨,٩٦
آب	١٨٢,١٠	٥٥٥,٤٦	٣٧٣,٣٦-	٥٣٥,٩٩
أيلول	٥٢٢,٢٠	٥٤٦,٣٠	٢٤,١٠-	٥٢٩,٧٦
ت١	٦٨٧,٢٠	٥٣٩,٣٢	١٤٧,٨٨	٥٥٢,٤٨
ت٢	١٠٨٠,٣	٥٢٨,٥٨	٥٥١,٧٢	٥٧٩,٠٥
ك١	١٣٩١,٦	٥١٧,٢٠	٨٧٤,٤٠	٥٧٣,٥٠
السنة ٢-ك٢	٢٦٣,٩٠	٥١٧,٢١	٢٥٣,٣١-	٤٦٩,٤٧
شباط	٢٨٩,٩٠	٥١٩,٧٥	٢٢٩,٨٥-	٥٢٣,٠٥
آذار	٣٣٧,٠٠	٥١٩,٤٠	١٨٢,٤٠-	٤٩١,٥٨
نيسان	٣٧٤,٠٠	٥١٧,٥٣	١٤٣,٥٣-	٤٩٢,٣٢
أيار	٢٩٢,٧٠	٥١١,٦٦	٢١٨,٩٦-	٤٣٣,٧٨
حزيران	٣٩٨,٦٠	٥٠٤,١٦	١٠٥,٥٦-	٤٩١,٨٦
تموز	٤٢١,٧٠	٥٠٦,٠٥	٨٤,٣٥-	٥٦٨,٣٦
آب	١٧٣,٨٠	٥١٢,٥٥	٣٣٨,٧٥-	٥٢٧,٦٩

تابع - الجدول رقم (٣).

التاريخ	المبيعات	MM١٢	الانحراف	المبيعات CVS
أيلول	٥٢٢,١٠	٥١٧,٤٦	٤,٦٤	٥٢٩,٦٦
ت١	٦٤٢,٤٠	٥٢٥,١٧	١١٧,٢٢	٥٠٧,٦٨
ت٢	٩٨٤,٢٠	٥٣٧,٧٥	٤٤٦,٤٥	٤٨٢,٩٥
ك١	١٣٠٧,٦	٥٥٠,١٣	٧٥٧,٤٧	٤٨٩,٥٠
السنة ٣-ك٢	٣٩٣,٤٠	٥٥٥,٥٧	١٦٢,١٧-	٥٩٨,٩٧
شباط	٣١٦,٢٠	٥٥٦,٩٧	٢٤٠,٧٧-	٥٤٩,٣٥
آذار	٤٢٨,٦٠	٥٥٩,٦٨	١٣١,٠٨-	٥٨٣,١٨
نيسان	٤٦٧,٦٠	٥٦٥,٠٥	٩٧,٤٥-	٥٨٥,٩٢
أيار	٥٠١,٠٠	٥٦٨,٥٢	٦٧,٥٢-	٦٤٢,٠٨
حزيران	٤٨٧,٤٠	٥٧٢,٧٠	٨٥,٣٠-	٥٨٠,٦٦
تموز	٤٦٣,٣٠	-	-	٦٠٩,٩٦
آب	١٦٥,٩٠	-	-	٥١٩,٧٩
أيلول	٥٩٥,١٠	-	-	٦٠٢,٦٦
ت١	٦٩٨,١٠	-	-	٥٦٣,٣٨
ت٢	١٠١٢,٠٠	-	-	٥١٠,٧٥
ك١	١٣٨٠,٠٠	-	-	٥٦١,٩٠
المتوسط	٥٤٩,٢٤			٥٤٩,٢٤
الانحراف المعيارى	٣٢٥			٥٠,٨٣
معامل الاختلاف	٠,٥٩			٠,٠٩

ومن خلال الجدول (٣) نستوضح مراحل الحساب المختلفة:

المرحلة ١: تقدير مركبة الاتجاه العام بواسطة وسط متحرك[1] من الدرجة ١٢ (العمود MM١٢).

فمن خلال تطبيق العلاقة المعروضة فى الفقرة ٢-٢ نحصل على قيم العمود السابق، ولكننا لا نستطيع حساب هذه القيم للمفردات الستة الأولى (من كانون الثانى إلى حزيران من السنة الأولى) وكذلك القيم فى نهاية السلسلة (من تموز إلى كانون الأول من السنة ٣). فى هذه الحالة لم يعد فى العمود المسمى MM١٢ وجود لمركبة فصلية.

لنأخذ مثالاً يبين طريقة الحساب لهذا العمود ولتكن قيمة شهر كانون الثانى من العام ٢:

$$MM12_{J\text{-}2} = (0.5 \times 352.30 + 182.10 + 522.20 + ... + 398.6 + 0.5 + 421.7)/12 = 517.20$$

المرحلة ٢: حساب الانحرافات عن السلسلة المشاهدة.

نحسب الانحرافات المشاهدة بين السلسلة الخام والوسط المتحرك:

$$e_t = x_t - MM12_t$$

مثال للحساب لشهر كانون الثانى من السنة ٢:

$$e_{J\text{-}2} = 263.9 - 517.21 = - 253.31$$

المرحلة ٣: تجميع الانحرافات المتعلقة فى الشهر نفسه للسنوات المختلفة وحساب المتوسط.

فى الجدول (٤)، نحسب فى العمود الأول المعاملات الفصلية المؤقتة من خلال تجميع الانحرافات المتعلقة بالشهر نفسه وحساب المتوسط لهذه الانحرافات. وهذه الأرقام تمثل المعاملات الفصلية المؤقتة وذلك لأن مجموعها لا يساوى الصفر.

الشهر الأول: $e_{13}, e_{25} \Rightarrow S_1^P = (-253.31 - 162.17)/2 = -207.47$

الشهر الثانى: $e_{14}, e_{26} \Rightarrow S_2^P = (-229.85 - 240.77)/2 = -235.31$

...

الشهر الثانى عشر: $e_{12}, e_{24} \Rightarrow S_{12}^P = (575.47 + 874.40)/2 = 815.94$

(١) يمكننا أن نحسب أيضاً مركبة الاتجاه العام بواسطة مستقيم الانحدار.

الجدول رقم (٤) تحليل الفصلية: معاملات فصلية مؤقتة ومعاملات نهائية

المعاملات	المؤقتة S_P	النهائية
S١	٢٠٧,٧٤- =٢/(١٦٢,١٧-٢٥٣,٣١)	٢٠٥,٥٧-
S٢	٢٣٥,٣١- =٢/(٢٤٠,٧٧-٢٢٩,٨٥-)	٢٣٣,١٥ -
S٣	١٥٦,٧٤- =٢/(١٣١,٠٨-١٨٢,٤٠-)	١٥٤,٥٨ -
S٤	١٢٠,٤٩- =٢/(٩٧,٤٥-١٤٣,٥٣-)	١١٨,٣٢ -
S٥	١٤٣,٢٤- =٢/(٦٧,٥٢-٢١٨,٩٦-)	١٤١,٠٨ -
S٦	٩٥,٤٣- =٢/(٨٥,٣٠-١٠٥,٥٦-)	٩٣,٢٦ -
S٧	١٤٨,٨٣- =٢/(٨٤,٣٥-٢١٣,٣٠-)	١٤٦,٦٦-
S٨	٣٥٦,٠٥- =٢/(٣٣٨,٧٥-٣٧٣,٣٦)	٣٥٣,٨٩-
S٩	٩,٧٣- =٢/(٤,٦٤+٢٤,١٠-)	٧,٥٦ -
S١٠	١٣٢,٥٥ =٢/(١١٧,٢٢+١٤٧,٨٨)	١٣٤,٧٢
S١١	٤٩٩,٠٨ =٢/(٤٤٦,٤٥+٥٥١,٧٢)	٥٠١,٢٥
S١٢	٨١٥,٩٤ =٢/(٧٥٤,٤٧+٨٧٤,٤٠)	٨١٨,١٠
المجموع	٢٥,٩٩ -	٠
المتوسط	٢,١٧ -	٠

المرحلة ٤: حساب $S = S_1^P + S_2^P + \dots + S_{12}^P$

وبعد ذلك يتم معايرة المعاملات الفصلية بحيث يصبح مجموعها مساوياً للصفر.

فـإذا كانـت ٠ = S، فإننا نعتبـر المعامــلات S_1^P ، S_2^P ، ... ، S_{12}^P معاملات فصلية نهائية.

أما إذا كانت S ≠ ٠، فإننا نعرف المعاملات النهائية على النحو التالى:

$$S_1 = S_1^P - S/12; S_2 = S_2^P - S/12; ...; S_{12} = S_{12}^P - S/12$$

مثال: S = - 25.99 ومن ثم تكون S2 = - 235.31 - (-25.99/12) = - 233.15.

المرحلة ٥: حساب السلسلة CVS:

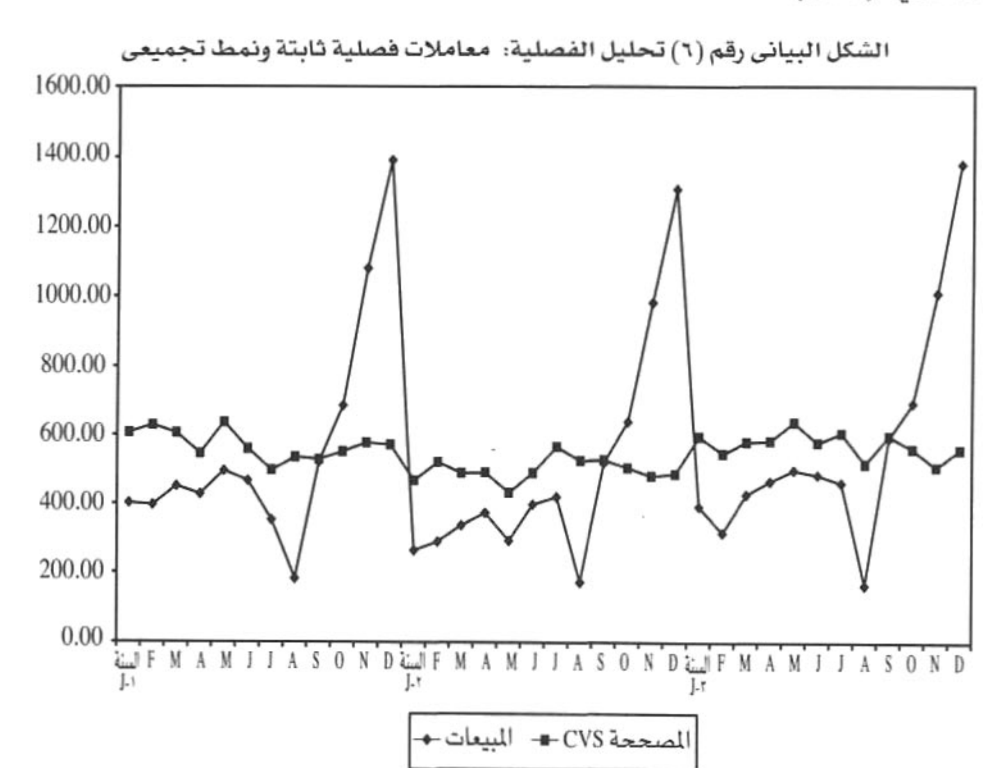
يتم حساب السلسلة المصححة من التقلبات الفصلية CVS بعملية تفاضل بين السلسلة الخام والمعامل الفصلى للشهر المعتبر.

فمن أجل شهر كانون الثانى من العام الثانى تكون المبيعات المصححة من التقلبات الفصلية مساوية لـ:

$$263.90 - (-205.57) = 607.17$$

نعرض فى الشكل البيانى رقم (٦) السلسلة الخام والسلسلة المصححة من التقلبات الفصلية (CVS).

الشكل البيانى رقم (٦) تحليل الفصلية: معاملات فصلية ثابتة ونمط تجميعى



نلاحظ من الشكل البيانى أن عملية نزع المركبة الفصلية خفضت بشكل كبير تباين السلسلة (هذا يلاحظ من خلال انخفاض معامل الاختلاف فى الجدول ٣) وأن المبيعات دون المركبة الفصلية تبدو كأنها ثابتة ومن ثم من السهل التنبؤ بحركتها المستقبلية.

ب- تحليل الفصلية وفقاً للنمط التضاربى وباستخدام المعاملات المنزلقة (الملف *C2EX5*):

نعرض فى الجدول (٥) نتائج حساب المعاملات الفصلية للسلسلة السابقة نفسها، ولكن باستخدام النمط التضاربى والمعاملات المنزلقة.

مراحل الحساب المتبعة هى التالية:

المرحلة ١: تقدير مركبة الاتجاه العام بواسطة الوسط المتحرك. وهذه المرحلة مماثلة للمرحلة الأولى من الحالة السابقة.

المرحلة ٢: حساب النسبة بين السلسلة المشاهدة والوسط المتحرك.

فى حالة النمط التضاربى نحسب النسبة بين السلسلة الخام والوسط المتحرك:

$$S_t^P - x_t /(MM12_t)$$

فيما يتعلق بالأشهر الستة الأولى والأخيرة فإنه لا يمكن حساب الأوساط المتحركة من الدرجة ١٢. ولإتمام هذا العمود؛ فإننا نكامل القيمة للشهر نفسه من العام التالى للأشهر الستة الأولى والقيمة للشهر نفسه من العام السابق للأشهر الستة الأخيرة.

المرحلة ٣: جعل المعاملات معيارية (المحافظة على المدى).

نجعل المعاملات الفصلية معيارية بحيث يصبح متوسطها لعام ما مساوياً للواحد الصحيح. نعاير المعاملات الفصلية سنة بسنة بحيث يكون مجموعها يساوى ١٢.

نحسب $S = S_1^P + S_2^P + ... + S_{12}^P$ ومن ثم

$$S_1 = (S_1^P \times 12/S),\ S_2 = (S_2^P \times 12/S),\ ...,\ S_{12} = (S_{12}^P \times 12/S)$$

المرحلة ٤: حساب السلسلة المصححة من التقلبات الفصلية CVS.

يتم حساب السلسلة CVS بأخذ النسبة بين السلسلة الخام والمعامل الفصلى للشهر المعتبر.

مثال للحساب لشهر شباط من العام ٢: نحسب مجموع الـ ١٢ معامل فصلي مؤقت من كانون الثاني إلى كانون الأول من العام ٢، أي:

$$S = 0.51 + 0.56 + 0.65 + \ldots + 2.38 = 11.41$$

$$S_{fev\text{-}2} = (0.56 \times 12)/11.41 = 0.59$$

وتكون قيمة المبيعات CVS لشهر شباط من العام ٢ مساوية لـ: 289.90/0.59 = 494.37.

الجدول رقم (٥) حساب المعاملات الفصلية المنزلقة باستخدام النمط التضاربي

التاريخ	المبيعات	MM١٢	النسبة	المعيار	المبيعات CVS
السنة ١-ك٢	٤٠١,٦٠	–	٠,٥١	٠,٥٢	٧٦٨,٥٥
شباط	٣٩٥,٧٠	–	٠,٥٦	٠,٥٧	٦٩٢,٧٣
آذار	٤٥١,٠٠	–	٠,٦٥	٠,٦٦	٦٧٨,٧٤
نيسان	٤٢٧,٦٠	–	٠,٧٢	٠,٧٤	٥٧٧,٧٧
أيار	٤٩٦,٨٠	–	٠,٥٧	٠,٥٩	٨٤٧,٩٩
حزيران	٤٦٧,٧٠	–	٠,٧٩	٠,٨١	٥٧٧,٦٣
تموز	٣٥٢,٣٠	٥٦٥,٦٠	٠,٦٢	٠,٦٤	٥٥٢,٢٨
آب	١٨٢,١٠	٥٥٥,٤٦	٠,٣٣	٠,٣٤	٥٤٢,٣٨
أيلول	٥٢٢,٢٠	٥٤٦,٣٠	٠,٩٦	٠,٩٨	٥٣٣,٤٤
ت١	٦٨٧,٢٠	٥٣٩,٣٢	١,٢٧	١,٣٠	٥٢٦,٦٢
ت٢	١٠٨٠,٣	٥٢٨,٥٨	٢,٠٤	٢,٠٩	٥١٦,١٣
ك١	١٣٩١,٦	٥١٧,٢٠	٢,٦٩	٢,٧٦	٥٠٥,٠٢
السنة ٢-ك٢	٢٦٣,٩٠	٥١٧,٢١	٠,٥١	٠,٥٤	٤٩١,٩٤
شباط	٢٨٩,٩٠	٥١٩,٧٥	٠,٥٦	٠,٥٩	٤٩٤,٣٧
آذار	٣٣٧,٠٠	٥١٩,٤٠	٠,٦٥	٠,٦٨	٤٩٤,٠٣
نيسان	٣٧٤,٠٠	٥١٧,٥٣	٠,٧٢	٠,٧٦	٤٩٢,٢٥
أيار	٢٩٢,٧٠	٥١١,٦٦	٠,٥٧	٠,٦٠	٤٨٦,٦٧
حزيران	٣٩٨,٦٠	٥٠٤,١٦	٠,٧٩	٠,٨٣	٤٧٩,٥٣

تابع - الجدول رقم (٥).

التاريخ	المبيعات	MM١٢	النسبة	المعيار	المبيعات CVS
تموز	٤٢١,٧٠	٥٠٦,٠٥	٠,٨٣	٠,٨٨	٤٨١,٣٣
آب	١٧٣,٨٠	٥١٢,٥٥	٠,٣٤	٠,٣٦	٤٨٧,٥١
أيلول	٥٢٢,١٠	٥١٧,٤٦	١,٠١	١,٠٦	٤٩٢,١٨
ت١	٦٤٢,٤٠	٥٢٥,١٧	١,٢٢	١,٢٩	٤٩٩,٥٢
ت٢	٩٨٤,٢٠	٥٣٧,٧٥	١,٨٣	١,٩٢	٥١١,٤٩
ك١	١٣٠٧,٦	٥٥٠,١٣	٢,٣٨	٢,٥٠	٥٢٣,٢٦
السنة ٣-ك٢	٣٩٣,٤٠	٥٥٥,٥٧	٠,٧١	٠,٧٠	٥٦٥,٤٣
شباط	٣١٦,٢٠	٥٥٦,٩٧	٠,٥٧	٠,٥٦	٥٦٦,٨٦
آذار	٤٢٨,٦٠	٥٥٩,٦٨	٠,٧٧	٠,٧٥	٥٦٩,٦٢
نيسان	٤٦٧,٦٠	٥٦٥,٠٥	٠,٨٣	٠,٨١	٥٧٥,٠٨
أيار	٥٠١,٠٠	٥٦٨,٥٢	٠,٨٨	٠,٨٧	٥٧٨,٦٢
حزيران	٤٨٧,٤٠	٥٧٢,٧٠	٠,٨٥	٠,٨٤	٥٨٢,٨٨
تموز	٤٦٣,٣٠	–	٠,٨٣	٠,٨٢	٥٦٥,٨٥
آب	١٦٥,٩٠	–	٠,٣٤	٠,٣٣	٤٩٧,٩٤
أيلول	٥٩٥,١٠	–	١,٠١	٠,٩٩	٦٠٠,٢٨
ت١	٦٩٨,١٠	–	١,٢٢	١,٢٠	٥٨٠,٨٥
ت٢	١٠١٢,٠٠	–	١,٨٣	١,٨٠	٥٦٢,٨٢
ك١	١٣٨٠,٠٠	–	٢,٣٨	٢,٣٤	٥٩٠,٩٠
المتوسط	٥٤٩,٢٤	–	–	–	٥٥٨,٠٧
الانحراف المعيارى	٣٢٥	–	–	–	٨٠,٥٥
معامل الاختلاف	٠,٥٩	–	–	–	٠,١٤

ج - تحليل الفصلية وفقاً للنمط التضاربى وباستخدام المعاملات الثابتة (الملف *C2EX6*):

يمكن للقارئ أن يقوم بنفسه بتحليل المركبة الفصلية باستخدام البرنامج Excel.

- طريقة أخرى لتخليص السلسلة من التأثير الفصلى CENSUS:

قام المحلل Shiskin المتخصص بتحليل الدورات الاقتصادية فى عام ١٩٥٤ باقتراح طريقة لتخليص السلسلة من التأثير الفصلى باستخدام متكرر لعدة متوسطات متحركة. هذا الباحث الذى كان يعمل فى مكتب التعداد العام للسكان CENSUS فى الولايات المتحدة الأميركية أعطى اسم CENSUS-1 لطريقته تلك، ومنذ العام ١٩٥٤ تم العديد من التعديلات على تلك الطريقة بهدف تحسينها، فكان هناك CENSUS-2 وCENSUS-3 وفى عام ١٩٦٧ قام Shiskin بالتعاون مع Young وMusgrave باقتراح النسخة المسماة CENSUS-11 المستخدمة حالياً فى كثير من مراكز البحوث. ومن المهم أن نشير أيضاً إلى التحسينات التى أدخلها عام ١٩٧٩ الباحث Dagum الذى اقترح النسخة ARMMI CENSUS-11.

يمكن من خلال CENSUS-11 إجراء تحليل للمركبة الفصلية بواسطة المتوسطات المتحركة خاصة المتوسطات المتحركة من الدرجة ١٥ (معادلات Spencer). لقد انتشرت هذه الطريقة بشكل كبير وأصبح استخدامها واسعاً فى العديد من مراكز الدراسات الإحصائية ولكن قليلاً فى قطاع المنشآت. يتم فى هذه الطريقة حساب المعاملات الفصلية المنزلقة بهدف إدخال تعديلات بنيوية فى المركبة الفصلية وهذا الإجراء مثير للشك كما سبق أن أشرنا.

ولأن طريقة CENSUS التى تستند - فى توضيحها للمركبة الفصلية - إلى عمليات تكرارية متتابعة لمتوسطات متحركة من درجات مختلفة تفقد الكثير من المعطيات على طرفى السلسلة: فإنها لهذا السبب لا يمكن استخدامها إلا من أجل السلاسل الزمنية للمبيعات ذات الفترات الزمنية الطويلة (١٠ سنوات) ومن ثم يحد هذا من استخدامها فى قطاع المنشآت.

نستخلص مما سبق الصعوبة فى تحليل المركبة الفصلية والحاجة إلى أدوات حساب آلية نظراً لأهمية تحليل التقلبات الموسمية ودورها الأساسى كمرحلة مهمة فى تنفيذ التنبؤ.

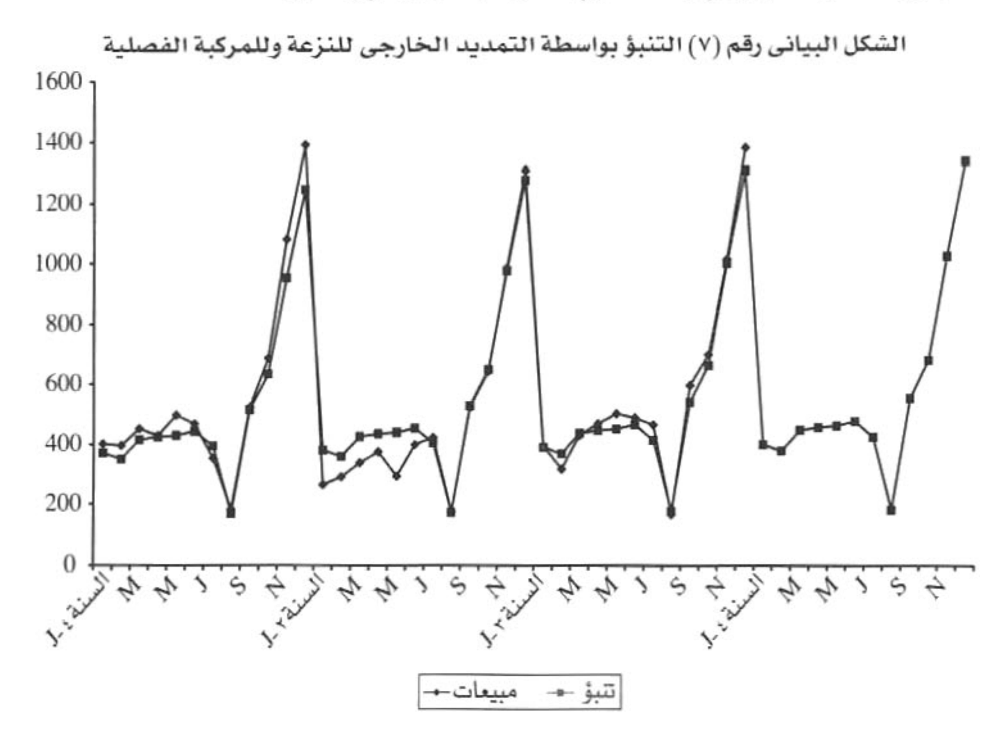
- التنبؤ الأول بواسطة التمديد الخارجى لحركة الاتجاه العام وللمركبة الفصلية (الملف *C2EX7*):

يوضح الرسم البيانى (٧) تنبؤاً تم حسابه بواسطة عملية التمديد الخارجى لمركبة الاتجاه العام وللمركبة الفصلية. ولقد تم سابقاً توضيح طريقة الحساب لكلتا المركبتين، ويمكن للقارئ، من أجل مزيد من التفاصيل، العودة للملف *C2EX7*.

٣-٥-٤- الاختبار الإحصائى للمركبة الفصلية:

قبل اللجوء إلى إجراء تصحيح لمسار السلسلة من التقلبات الفصلية لا بد من التأكد أولاً، من خلال اختبار ما، من وجود حركة فصلية ما فى السلسلة. ويعتبر اختبار فيشر من الاختبارات الأكثر استخداماً فى هذا المجال ويستند إلى تحليل التباين للعامل الشهرى (أو الفصلى) مقارنة بالتباين الإجمالى للسلسلة.

الشكل البيانى رقم (٧) التنبؤ بواسطة التمديد الخارجى للنزعة وللمركبة الفصلية



الفرضية المختبرة باستخدام اختبار فيشر هى التالية: هل إضافة المركبة الفصلية إلى مركبة الاتجاه العام سيحسن بشكل معنوى فى تفسير التقلبات فى السلسلة الخام؟ هنا يجب مقارنة:

- مجموع مربعات الانحرافات بين القيم الناتجة عن التنبؤ والقيم المحققة فعلاً للنموذج المتضمن فقط مركبة اتجاه عام.

- مـع مجموع مربعات الانحرافات بين القيم الناتجـة عن التنبؤ والقيم المحققة فعلاً للنموذج المتضمن مركبة اتجاه عام ومركبة فصلية.

وبعد ذلك نجرى اختبار فيشر باتباع الخطوات التالية:

١- نحسـب مجموع مربعات الانحرافات للنموذج ذى مركبة الاتجاه العام فقط أى U^* مـن خلال تقدير معادلة الاتجاه العام الخطيـة التالية: $T_t = \hat{a}_1 t + \hat{a}_0$ ومن ثم نحسب:

$$U^* = \sum_{t=1}^{n} (x_t - T_t)^2$$

يكون عدد درجات الحرية[١] لـ U^* هو ddl_{U^*} ويساوى $n - 2$ (حيث تمثل n عدد المشاهدات) وذلك لأننا قدرنا معلمتين اثنتين فقط هما a_0 وa_1.

٢- نحسـب مجموع مربعات الانحرافـات للنموذج ذى مركبة الاتجـاه العام والمركبة الفصليـة أى U^{**}. ومن أجـل ذلك نجرى أولاً تقديراً للمعاملات الفصلية S_t ومن ثم نحسب:

$$U^{**} = \sum_{t=1}^{n}(x_t - (T_t \times S_t))^2$$

ويكون عدد درجات الحرية لـ U^{**} هو $ddl_{U^{**}}$ ويساوى $n - 2 - 11$ وذلك لأنه تم تقدير مؤشـرين اثنين a_0 وa_1 و١١ مؤشـراً فصلياً (يستخلص المؤشر الثانى عشر من الأحد العشر الأخرى وفقاً لمبدأ الحفاظ على المدى).

٣- حساب القيمة التجريبية لاختبار فيشر:

$$F^* = ((U^* - U^{**})/11) \;/\; (U^{**}/(n-13))$$

(١) يتعلـق مفهـوم درجات الحرية بعدد القيم التى تبقى متاحة بعد إجراء التقدير الإحصائى. فإذا كان لدينا عينة مكونة من (١٠) مشاهدات وكان لدينا أيضاً متوسط العينة، فإننا لا نستطيع أن نختار بشـكل حر القيم إلا من أجل تسـع من هذه القيم، والعاشـرة تستنتج من قيمة المتوسط. ومن ثم فإن عدد درجات الحرية هو $n - 1 = 9$.

تقارن القيمة السابقة المحسوبة من واقع البيانات لسلسلة المبيعات مع القيمة الجدولية النظرية لتوزيع فيشر المعطاة بجدول قانون توزيع[1] Fisher-Snedecor عند درجات الحرية الموافقة ($v_1 = ddl_{U^*} - ddl_{U^{**}} = 11$ ، $v_2 = ddl_{U^{**}} = n - 13$).

فإذا كانت $F^* > F$ حيث F تمثل القيمة الجدولية فإن السلسلة تحتوى على مركبة فصلية وفى الحالة المعاكسة لا وجود لمركبة فصلية.

فى حالة السلاسل الزمنية الطويلة (٤ سنوات من المعطيات الشهرية) يمكننا تقريب القيمة الجدولية إلى القيمة ٢. يبين الجدول رقم ٦ طريقة الحساب للاختبار السابق.

الجدول رقم (٦) اختبار الكشف عن الفصلية (الملف C2EX8)

التاريخ	المبيعات	T_t	مربع الانحرافات	V_t/T_t	S_t	مربع الانحرافات
السنة ١ – J	٤٠١,٦٠	٤١٨	٢٦٩	٠,٩٦	٠,٧٩	٥٣٣٠
F	٣٩٥,٧٠	٤٢٦	٨٨٩	٠,٩٣	٠,٧٦	٥١٧٤
M	٤٥١,٠٠	٤٣٣	٣٢٤	١,٠٤	٠,٨٥	٦٧٢٢
A	٤٢٧,٦٠	٤٤١	١٦٧	٠,٩٧	٠,٧٩	٦٠٤٢
M	٤٩٦,٨٠	٤٤٨	٢٣٨١	١,١١	٠,٩١	٨١٥٦
J	٤٦٧,٧٠	٤٥٦	١٤٩	١,٠٣	٠,٨٤	٧٢٢٩
J	٣٥٢,٣٠	٤٦٣	١٢٢٥٦	٠,٧٦	٠,٦٢	٤١٠٢
A	١٨٢,١٠	٤٧١	٨٣١٧٧	٠,٣٩	٠,٣٢	١٠٩٦
S	٥٢٢,٢٠	٤٧٨	١٩٥٣	١,٠٩	٠,٨٩	٩٠١٢
O	٦٨٧,٢٠	٤٨٦	٤٠٦٨٢	١,٤٢	١,١٦	١٥٦٠٦
N	١٠٨٠,٣	٤٩٣	٣٤٤٩٢٠	٢,١٩	١,٧٩	٣٨٥٦٧
D	١٣٩١,٦	٥٠٠	٧٩٤٠٥٩	٢,٧٨	٢,٢٧	٦٣٩٩٦
السنة ٢ – J	٢٦٣,٩٠	٥٠٨	٥٩٥٨٤	٠,٥٢	٠,٥٨	٩٩٨
F	٢٨٩,٩٠	٥١٥	٥٠٨٩٤	٠,٥٦	٠,٦٣	١٢٠٥
M	٣٣٧,٠٠	٥٢٣	٣٤٥٩٥	٠,٦٤	٠,٧٢	١٦٢٨

(١) الجداول الإحصائية معروضة فى نهاية الكتاب.

تابع - الجدول رقم (٦).

التاريخ	المبيعات	T_t	مربع الانحرافات	V_t/T_t	S_t	مربع الانحرافات
A	٣٧٤,٠٠	٥٣٠	٢٤٤٩١	٠,٧١	٠,٧٩	٢٠٠٥
M	٢٩٢,٧٠	٥٣٨	٦٠١٦٩	٠,٥٤	٠,٦١	١٢٢٨
J	٣٩٨,٦٠	٥٤٥	٢١٥٧٧	٠,٧٣	٠,٨٢	٢٢٧٨
J	٤٢١,٧٠	٥٥٣	١٧٢٣٧	٠,٧٦	٠,٨٥	٢٥٥٠
A	١٧٣,٨٠	٥٦٠	١٤٩٥٢٩	٠,٣١	٠,٣٥	٤٣٣
S	٥٢٢,١٠	٥٦٨	٢١٠٦	٠,٩٢	١,٠٣	٣٩٠٨
O	٦٤٢,٤٠	٥٧٥	٤٤٧٧	١,١٢	١,٢٥	٥٩١٧
N	٩٨٤,٢٠	٥٨٣	١٦٠٩٧٣	١,٦٩	١,٨٩	١٣٨٨٧
D	١٣٠٧,٦	٥٩٠	٥١٤٢٥٤	٢,٢١	٠,٧٤	٢٤٥١٣
السنة ٣ – J	٣٩٣,٤٠	٥٩٨	٤١٨٥٤	٠,٦٦	٠,٧٤	٢٤٥١
F	٣١٦,٢٠	٦٠٥	٨٣٦٨٤	٠,٥٢	٠,٥٩	١٥٨٣
M	٤٢٨,٦٠	٦١٣	٣٣٩٩٦	٠,٧٠	٠,٧٩	٢٩٠٩
A	٤٦٧,٦٠	٦٢٠	٢٣٣٧٢	٠,٧٥	٠,٨٥	٣٤٦٢
M	٥٠١,٠٠	٦٢٨	١٦١٢٣	٠,٨٠	٠,٩٠	٣٩٧٥
J	٤٨٧,٤٠	٦٣٥	٢١٩٢٧	٠,٧٧	٠,٨٦	٣٧٦٢
J	٤٦٣,٣٠	٦٤٣	٣٢٢٨٣	٠,٧٢	٠,٨١	٣٣٩٩
A	١٦٥,٩٠	٦٥٠	٢٣٤٨١٢	٠,٢٦	٠,٢٩	٤٣٦
S	٥٩٥,١٠	٦٥٨	٣٩٥٣	٠,٩٠	١,٠٢	٥٦٠٨
O	٦٩٨,١٠	٦٦٥	١٠٦٥	١,٠٥	١,١٨	٧٧١٧
N	١٠١٢,١٠	٦٧٣	١١٥٠٠٩	١,٥٠	١,٦٩	١٦٢٢١
D	١٣٨٠,٠٠	٦٨٠	٤٨٩٣٤٣	٢,٠٣	٢,٢٨	٣٠١٥٧
المجموع	١٩٧٧٣	U* = ٢٤٧٨٥٣٤				U** = ٣١٣٢

نحسب القيمة التجريبية لاختبار فيشر:

$$F^{*} = ((U^{*}-U^{**})/11)/(U^{**}/(n\text{-}13)) = ((3478534\ 313262)/11)\ (313262/(36\text{-}13)) = 21.13$$

وبالمقارنة مع القيمة الجدولية عند (١١ و٢٣) درجة حرية المساوية لـ (٢,٢٤) نستنتج أن السلسلة تعانى من حركة فصلية (هذا يتفق مع ملاحظة الشكل البيانى رقم ٦).

٣-٥-٥- المركبة الفصلية لمجموعة من السلع Famille de saisonnalité:

يكون من المفيد أحياناً حساب المعاملات الفصلية للسلسلة الزمنية الممثِلة لمجموعة من السلع وليس لسلعة واحدة فحسب، ويجب أن تكون السلع ضمن المجموعة الواحدة متجانسة فيما بينها تجاه التقلبات الفصلية. والفائدة من ذلك تتلخص فيما يلى:

- تكون المعاملات الفصلية أكثر قوة كونها تحسب على مجموعة من السلع.
- إمكانية عزل التأثير المنفرد لسلعة ما فى المركبة الفصلية لمجموعة السلع، ومثال ذلك التأثير الناتج عن عملية العروض الترويجية لسلعة على المركبة الفصلية.
- يمكن للسلع الجديدة التى لا يتوافر معطيات سابقة حول مبيعاتها أن يتم ربطها بمجموعة ملائمة لها، ومن ثم إجراء التنبؤ لها مع الأخذ بعين الاعتبار للتغيرات الموسمية.

٣-٦- المركبة الدورية (الحلقية) La composante cyclique:

تعتبر مركبتا الاتجاه العام والفصلية من المركبات الأكثر وضوحاً فى مسار السلسلة الزمنية وخصوصاً فى المجال الاقتصادى. ولكن لو افترضنا سلسلة زمنية ذات تقلبات طفيفة فى مركبتى الاتجاه العام والحركة الفصلية أو فى حال تم تخليص السلسلة من هاتين المركبتين فإن التقلبات المتبقية فى السلسلة ليست إلا تقلبات عشوائية وأحياناً لها مدى وتردد منتظم أى شبيه بحركة حلقية مكونة من فترات زمنية طويلة (سنتين أو أكثر).

يعتبر التحليل الطيفى[1] الوسيلة الوحيدة المتخصصة فى تحليل المركبة الدورية، إذ يتم من خلاله تقسيم التقلبات إلى حلقات ذات فترات وسعات مختلفة.

إن الدورات المدروسة فى المجال الاقتصادى الكلى مثل دورات Kondratieff وJuglar وKuznets لا يمكن ملاحظتها مباشرة فى الاقتصاد الجزئى وذلك لأن قطاعات ذلك الأخير تتأثر بدورات أقل طولاً.

(١) يمكن العودة إلى Bourbonnais et Terraza (١٩٩٨) الفصل الرابع.

تعتبر طرائق التحليل الطيفى المشتقة من علم الفيزياء والمستندة إلى سلاسل فورية decomposition de Fourier أسلوباً رياضياً طبيعياً لهذا المزج بين الانتظامية وغير الانتظامية فى السلسلة الزمنية. ويتم وفقاً لهذه الطريقة تفكيك السلسلة إلى مجموع منتهٍ من التوابع الجيبية ومن ثم حساب مساهمة كل منها فى التباين الإجمالى للسلسلة.

وعادة ما يتم تجاهل هذه المركبة الدورية لصعوبة إثبات وجودها من جهة أو لعدم توافر سلاسل زمنية طويلة تسمح باستخلاص هذه المركبة من جهة أخرى. بالنسبة لبعض الباحثين يتم معالجة المركبة الدورية باعتبارها مدمجة مع مركبة الاتجاه العام المتوسطة المدى وهذه المركبة المختلطة تسمى بالإنجليزية "trend-cycle". كما يمكن دمجها أيضاً مع مركبة البواقى، ومن ثم يمكن اعتبارها سلسلة مصفاة من حركتى الاتجاه العام والفصلية وتستخدم لهدف إجراء التنبؤ.

٣-٧- عامل البواقى Le facteur résiduel:

لو عدنا مرة أخرى إلى مخطط تفكيك السلسلة إلى مركباتها الأساسية: $x_t = T_t + S_t + C_t + R_t$ فيمكننا عزل عامل البواقى على النحو التالى: $R_t = x_t - T_t - S_t - C_t$ وهذه المركبة الأخيرة تمثل التقلبات غير المنتظمة للسلسلة الزمنية العائدة لحوادث عرضية متفرقة. ومن المفيد معرفة ما إذا كانت هذه التقلبات تتعلق بحوادث عشوائية بحتة بالمعنى الغوصى للكلمة (توقع رياضى معدوم، تماثل بالتوزيع بالنسبة للمتوسط وثبات للتباين) أو فيما إذا كانت خاضعة لتوزيع احتمالى معين نستطيع من خلاله إعادة إنتاج هذه المركبة. يمكننا هنا التمييز بين التعبيرين: عنصر البواقى résiduel وعنصر العشوائية aléatoire على النحو التالى:

- عنصر البواقى: هو العنصر الذى نستطيع أن نجد له قانوناً احتمالياً يمَكننا من إعادة تكوينه.
- عنصر عشوائى: لا يمكن تفسيره بواسطة أى قانون احتمالى.

ولكى نستطيع التمييز بين الحالتين يتم حساب ما يسمى بـ corrélogramme[1] (أو تابع الارتباط الذاتى الخطى) الذى يعطى توضيحاً لطبيعة هذا العنصر.

(١) حساب هذا التابع وتفسيره سيكون معالجاً فى الفصل التالى.

الفصل الثالث

الطرائق الأساسية للتنبؤ (١)

الطرائق المستندة إلى الصقل الأسى

أدى تطــور التقنيات الإحصائية إلى بروز عدد كبير من أدوات الحســاب المختلفة، وفى هذا الفصل سنعرض تلخيصاً للطرائق التنبؤية المستندة إلى مبدأ الصقل الأسى Lissage Exponentiel وهــى تعتمد على أســلوب التمديــد الخارجى لإجراء التنبؤ. وسنشــير باختصــار ضمن الحدود الدنيا إلى الأســاس النظرى الضــرورى لفهم كل طريقة. أما بالنســبة للقارئ المهتم بتفاصيل أكثر فيمكن له العودة إلى المراجع المشار إليها لاحقاً.

لقد اســتُخدمت تقنيات الصقل الأســى لأول مرة فى عام ١٩٥٧ من قبل الباحث Holt وبعد ذلك من قبل Brown عام ١٩٦٢. ويشــمل الصقل مجموعة من التقنيات التجريبيــة التى لها هدف مشــترك هو إعطــاء تثقيــلات (أوزان) للقيم الحديثة من السلسلة الزمنية بشكل أكبر من باقى قيم السلسلة.

١- خصائص طرائق الصقل الأسى:

١-١- مبادئ أساسية:

- المبدأ الأول - التناقص المطرد لمعلومات السلسلة مع قدمها:

تســتند طريقة الصقل الأسى إلى أولية مفادها أن المعلومات المحتواة فى السلسلة الزمنية تكون أكثر أهمية للمعطيات الحديثة، ومن ثم لإجراء التنبؤ يجب إعطاء أوزان للمعطيات الحديثة أكبر من تلك المعطاة للمعطيات البعيدة زمنياً (القديمة).

- المبدأ الثانى - مبدأ تلخيص المعلومات:

إن المعلومات المتوافرة فى السلســلة الزمنية كبيرة بحيث لا يمكن معالجتها بشــكل كامل، ولذلك فإن طريقة الصقل الآسى تلخص هذه المعلومات بواسطة بضعة مؤشرات أو معالم ومن ثم يكفى لإجراء التنبؤ بواسطة هذه التقنية اعتبار هذه القيم فقط.

- المبدأ الثالث - مبدأ إعادة التحديث المستمر للمؤشرات:

تسمح طريقة الصقل الأسـي بالتحديث المستمر للمعاملات بالتردد الزمنى نفسه (الدوريـة) التى وجدت فيه عند وصول المعلومـات. ويعتبر هذا المبدأ نتيجة مرتبطة بالمبدأين السابقين.

سنبرهن الآن على المبادئ السابقة.

١-٢- العرض الرياضى:

لنفترض أن x_t تمثل المبيعات من منتَج ما فى الزمن t وهذه المبيعات يمكن اعتبارها نتيجة لتوفيق خطى غير منتهٍ من القيم السـابقة لسلسلة المبيعات مع افتراض التأثير المتناقص للماضى على الحاضر كلما أصبح هذا الأخير أكثر قدماً.

ولنستخدم الترميز التالى:

x_t: قيمة محققة من سلسـلة المبيعات x عند الزمن t (وليكن شـهراً ما على سـبيل المثال).

S_t: القيمة المصقولة للسلسلة الزمنية.

$\hat{x}_t$: التنبؤ المحسوب فى اللحظة t للفترة المستقبلية $t+1$ للسلسلة x_t، أى يجب مقارنة x_t مع $\hat{x}_{t-1}$.

a: معامل الصقل حيث $a \in [0,1]$.

يمكننا من خلال المبدأ الأساسى للصقل الأسى أن نكتب بالنسبة لـ $\hat{x}_t$:

$$\hat{x}_t = S_t = \hat{x}_{t-1} + a\,(\hat{x}_t - \hat{x}_{t-1}) \qquad (١)$$

وهكـذا فإن الصقل يبدو كأنه النتيجة للقيمة الأخيرة المصقولة والمصححة بتثقيل للانحراف بين المحقق والمتنبئ به. ومن ثم فنحن بصدد المبدأ الثالث المتعلق بالتوافق بين الصقل وخطأ التنبؤ.

يمكن تعديل العلاقة (١) على الشكل التالى:

$$\hat{x}_t = a\,x_t\,(1 - a)\,\hat{x}_{t-1} \qquad (٢)$$

يبدو من خلال العلاقة السـابقة أن الصقل يمثل وسـيلة مثقلـة بالقيمة الأخيرة المحققة للسلسلة وبالقيمة الأخيرة المصقولة.

للوقوف على تأثير المعامل a فإننا نفترض فى العلاقة الأولى أن:

- $a = 1$ ومن ثم $\hat{x}_t = \hat{x}_{t-1}$ وهذا يعنى أن المشاهدات الجديدة لم تؤخذ بعين الاعتبار عند حســاب التنبؤات، ومن ثم فإن الصقل يكون ســاكناً مقارنة بالقيم المحققة للسلسلة وتكون التنبؤات دون تغيير.
- $a = 1$ ومن ثم تكون $\hat{x}_t = x_t$ وعليه فإن النموذج يتبع المعلومات الأخيرة للسلسلة، وتكون القيمة المصقولة الجديدة مســاوية دائماً للقيمة الأخيرة المحققة ويدعى الصقل فى هذه الحالة بأنه ذو حساسية عالية hyper réactif.

يمكن إجراء تعديل فى العلاقة (٢) من خلال تفكيك الزمن $(t - 1, t - 2, ..., t - n, ..., 0)$ وجعل القيمــة الجديدة المصقولة $\hat{x}_t$ كتوفيق خطى لكل المشــاهدات الســابقة المثقلة بأوزان متناقصة مع الزمن. وهذه التثقيلات تتناقص شــيئاً فشيئاً كلما ابتعدنا عن المشاهدة الحالية.

$$\hat{x}_t = a\, x_1 + a(1-a)x_{t-1} + a(1-a)^2 x_{t-2} + a(1-a)^3 x_{t-3} + ... + a(1-a)^{n-1} x_{t-n-1} + (1-a)^n x_0 \quad (٣)$$

وهكذا نكون برهنا على المبدأين الأساسيين الأوليين:

- كون المعامل a يراوح بين ٠ و١، فإن التثقيلات المعطاة للقيم تتناقص بشكل هندسى كما هو موضح بالجدول (١) والشكل البيانى (١).
- تتضمن القيمة الأخيرة المصقولة كل المعلومات التاريخية للسلسلة بشكل تركيبى.

الجدول رقم (١) تناقص المعلومات مع قدمها ومقارنة بين المتوسط التقليدى وقيمة محددة لمعامل الصقل

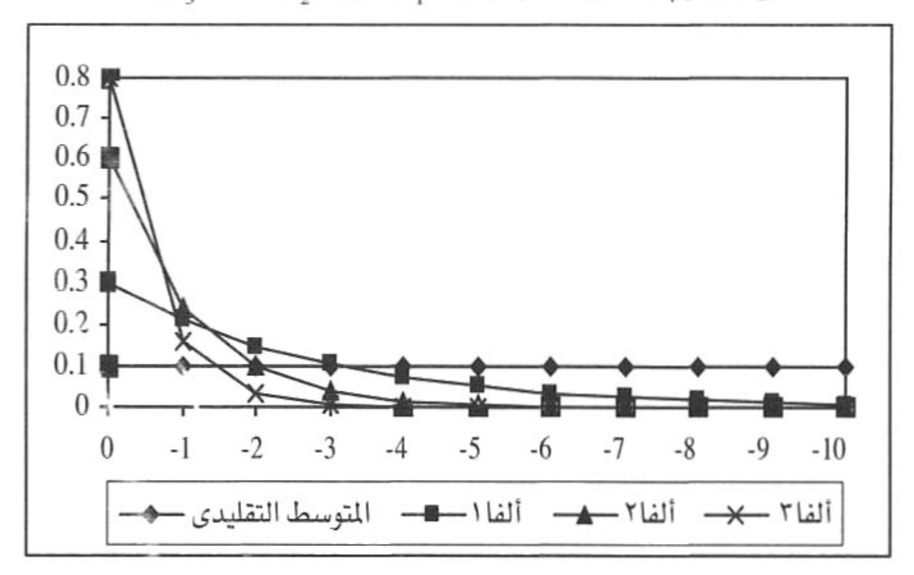
الزمن	المتوسط التقليدى	التثقيل	تثقيل هندسى متناقص من أجل $a = 0.30$
٠	٠,١	a	٠,٣٠
١-	٠,١	$a\,(1 - a)^1$	٠,٢١
٢-	٠,١	$a\,(1 - a)^2$	٠,١٥
٣-	٠,١	$a\,(1 - a)^3$	٠,١٠
٤-	٠,١	$a\,(1 - a)^4$	٠,٠٧
٥-	٠,١	$a\,(1 - a)^5$	٠,٠٥

تابع - الجدول رقم (١).

الزمن	المتوسط التقليدى	التثقيل	تثقيل هندسى متناقص من أجل $a = 0.30$
-٦	٠,١	$a(1-a)^6$	٠,٠٤
-٧	٠,١	$a(1-a)^7$	٠,٠٢
-٨	٠,١	$a(1-a)^8$	٠,٠٢
-٩	٠,١	$a(1-a)^9$	٠,٠١
-١٠	٠,١	$a(1-a)^{10}$	٠,٠١

من أجل $a = 0.30$ تثقل القيمة الأخيرة من السلسلة x_t بالقيمة (٠,٣)، والقيمة قبل الأخيرة (x_{t-1}) بالقيمة (٠,٢١) (هذا يعني أن ٢١٪ من قيمتها يساهم فى حساب التنبؤ) وهكذا بالنسبة للقيم الأخرى. اعتباراً من القيمة الثامنة (x_{t-8}) يصبح معامل التثقيل أقل من (٠,٠٢).

الشكل البيانى رقم (١) تناقص المعلومات مع قدمها ومقارنة بين المتوسط التقليدى وثلاث قيم لمعامل الصقل ($a_3 = 0.8, a_2 = 0.6, a_1 = 0.3$).



١-٣- دور ثابت الصقل:

لقد رأينا سابقاً النتائج المترتبة على اختيار قيمتين مختلفين لمعامل الصقل: $a = 0$ و$a = 1$. إذن لا بد من حل وســط ما بين الثبات الذى يعنى مسح للتغيرات العشوائية البحتة وبين السرعة فى الاستجابة لإصلاح التقلبات فى مركبة الاتجاه العام. يسمى المعامل a بثابت الصقل ويلعب دوراً مهماً:

- فعندما تكون a قريبة من الصفر فإن التثقيل يمتد إلى عدد كبير من الحدود السابقة، وتكون ذاكرة الظاهرة المدروسة قوية ويكون التنبؤ قليل الحساسية للمشاهدات الأخيرة.
- عندمـــا تكون a قريبة من الواحد فإنه يكون للمشـــاهدات الأكثر حداثة أوزان تزيد على تلك التى للحدود القديمة من السلسلة، وتكون ذاكرة الظاهرة المدروسة ضعيفة والصقل شديد الحساسية لقيم المشاهدات الأخيرة.

من الممكن حساب الفترة المتوسطة للحساسية، التى يسميها بعض الباحثين بالعمر المتوسط للمعلومة، من خلال المتوسط المثقل لمعاملات الصقل. وهى تعطى بالعلاقة التالية:

$$\bar{D} = \frac{1 - a}{a}$$

فإذا كانت $a = 1$ فإن العمر المتوســط للمعلومة يكون معدوماً؛ لأنه تم الأخذ بعين الاعتبـــار للقيمة الأخيرة فقط، وإذا كانت $a = 0$ فإن العمر المتوســط يكون غير منتهٍ، ذلك لأن القيمة الابتدائية فقط تم اعتبارها.

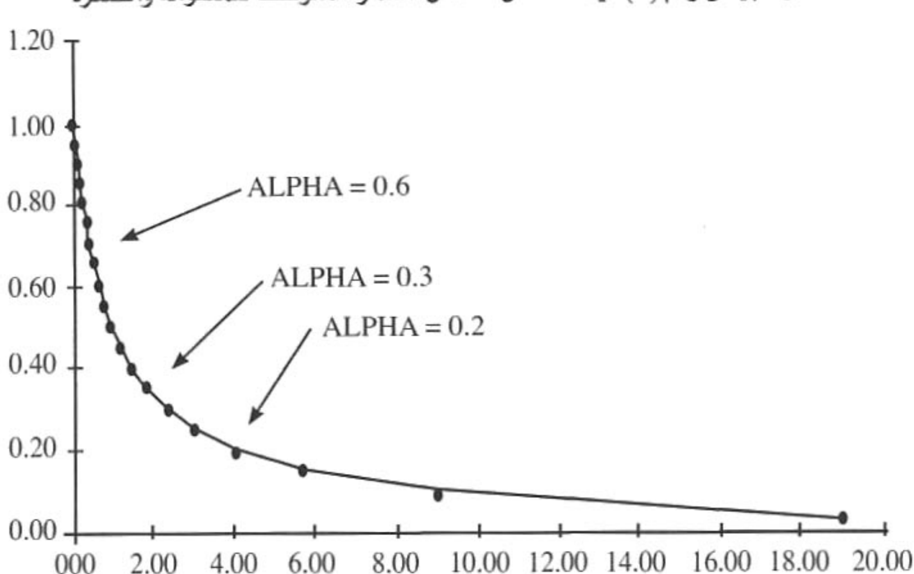
يلعب الصقل دوراً فى تخفيض التباين ويبرهن على العلاقة التالية:

$$\frac{Var\ (\hat{x}_t)}{Var\ (x_t)} = \frac{a}{2 - a}$$

فإذا كانت $a = 0$ فإن $\hat{x}_t$ ذات تباين معدوم (وذلك لأن التنبؤ ثابت مهما كانت قيم x_t) وإذا كانت $a = 1$ فإن $\hat{x}_t$ تمتلك التباين نفســه لـ x_t (القيمة الجديدة المصقولة تســاوى القيمة المحققة الأخيرة).

فى الشـــكل البيانى (٢)، مثّلنا على محور العينات النســبة $\left(\sqrt{\frac{a}{2 - a}}\right)$ وهى تمثل العلاقة ما بين الانحراف المعيارى للسلسلة المصقولة وبين الانحراف المعيارى للسلسلة الخام وفى الوقت نفسه تمثل دور عملية الفلترة للصقل فى حين تم وضع عمر الصقل $\bar{D}$ (العمر المتوسط للمعلومات) تبعاً لعدة قيم لـ (a) على محور السينات.

الشكل البيانى رقم (٢) قيمة معامل الصقل، العمر المتوسط للمعلومة والفلترة



نفهم من خلال قراءة المنحنى السابق سبب الاختيار المتكرر للقيمة (٠,٣) كمعامل للصقل فعندما يكون معامل الصقل أقل من (٠,٢٠) يزداد عمر الصقل (محور السينات) بسرعة كبيرة دون ربح يذكر للمرشح (الفلتر) واعتباراً من القيمة (٠,٤) تنخفض جودة المرشح بسرعة كبيرة مع انخفاض بسيط فى العمر المتوسط.

نعود فيما بعد فى الفقرة ٥ إلى معالجة الاختيار الأمثل لمعامل أو معاملات الصقل.

٢- الصقل الأسى البسيط: النموذج المستقر Le modèle stationnaire:

تُكتب صيغ الصقل البسيط على النحو التالى:

$$\hat{x}_t = S_t = a\,x_t + (1\text{-}a)\,\hat{x}_{t-1}$$

مع افتراض $\hat{x}_t = x_t$ باعتبارها قيمة ابتدائية يكون التنبؤ المحسوب فى اللحظة n الأخيرة لـ h فترة زمنية مستقبلية مساوياً لـ:

$$\hat{x}_{n+h} = \hat{x}_n \quad \forall\, h$$

مما يعنى ثبات التنبؤ مهما كان مجال التنبؤ.

يظهر الجدول ٢ التالى كيفية الحساب.

الجدول رقم (٢) التنبؤ بواسطة نموذج الصقل الأسى البسيط

t	x_t	$\hat{x}_t$	$e_t = x_t = \hat{x}_t$
١	٣٠	٣٠,٠٠	٠
٢	٤٠	٣٣,٠٠	٧
٣	٤٠	٣٥,١٠	٤,٩
٤	٣٠	٣٣,٥٧	٣,٥٧-
٥	٢٠	٢٩,٥٠	٩,٥-
٦	٢٠	٢٦,٦٥	٦,٦٥-
٧	٣٠	٢٧,٦٥	٢,٣٥
٨	٣٠	٢٨,٣٦	١,٦٤
٩	–	٢٨,٣٦	–
١٠	–	٢٨,٣٦	–
١١	–	٢٨,٣٦	–

تم اســتخدام $\hat{x}_t = x_1 = 30$ قيمة ابتدائية ومن أجل $t = 2$ (التنبؤ محسوب عند $t = 1$ من أجل $t = 2$) يكون لدينا:

$$\hat{x}_2 = 0.3 \times x_2 + 0.7 \times \hat{x}_t = 0.3 \times 40 + 0.7 \times 30 = 33$$

ومن أجل $t = 3$: $\hat{x}_3 = 0.3 \times 40 + 0.7 \times 33 = 35.10$

....

ومن أجل $t = 8$: $\hat{x}_8 = 0.3 \times 30 + 0.7 \times 27.65 = 28.36$

ومن أجل $t = 9,10,11$: $\hat{x}_9 = \hat{x}_{10} = \hat{x}_{11} = 2836$

يمكن لمن يرغب – على سبيل المثال – تحميل الملف *C3EX1* وإجراء عملية المحاكاة المطلوبة.

يبدو من عمليات المحاكاة أنه فى حال تأثر السلسلة بحركة اتجاه عام فإن عملية الصقل الأسى البسيط تكون فاشلة ولأنه فى حالة التنبؤ بالمبيعات تكون السلاسل الزمنية غالباً متأثرة بحركة اتجاه عام صاعدة أو هابطة فإن استخدام الصقل البسيط غير فعال، ونستخدم بدلاً منه الصقل الأسى المضاعف الذى يأخذ بعين الاعتبار حركات الاتجاه العام.

٣- الصقل الأسى المضاعف: النموذج الخطى **Le modèle linéaire**:

يمكننا من خلال العلاقات المعروضة فى الفقرة السابقة حساب التنبؤات للسلاسل الزمنية المستقرة أى التى لا تحتوى على حركة اتجاه عام. وهنا سنستعرض طريقة الصقل الأسى المضاعف التى تسمح بوجود مركبة اتجاه عام.

يطبق نموذج الصقل الأسى المضاعف (LED)[١] على السلاسل الزمنية الممثلة على النحو التالى:

$$x_t = a_{0t} + a_{1t}\, t$$

نلاحظ أن للعلاقة السابقة التعريف نفسه المتعلق بمستقيم الاتجاه العام (الفصل ٢) فالمتوسط $\hat{a}_{0t}$ والنزعة (ميل المستقيم $\hat{a}_{1t}$) يتحركان مع الزمن.

وكما يشير اسم تلك الطريقة فإن التقنية المستخدمة فيها تقضى بإجراء صقل للسلسلة التى سبق أن تم صقلها مسبقاً.

يبرهن[٢] على صحة العلاقات التالية:

$$S_t = a\, x_t + (1\text{-}a)\, S_{t-1}$$

$$SS_t = a\, S_t + (1\text{-}a)\, SS_{t-1}$$ (من هنا تسمية الصقل المضاعف)

$$\begin{cases} a_{1t} = \dfrac{a}{1\text{-}a}\,(S_t - SS_t) \\ a_{0t} = 2S_t - SS_t \end{cases}$$

ويكون التنبؤ للمجال الزمنى h معطى بالعلاقة التالية: $\hat{x}_{t+h} = a_{0t} + a_{1t} \times h$.

(١) Lissage Exponential Double.

(٢) العودة إلى Bourbonnais et Terraze ١٩٩٨ الصفحة ٥٥.

يبين الجدول (٣) طريقة الحســـاب للتنبؤ بواسطة الصقل الأسى المضاعف باعتبار ($a = 0.3$). كما تبين الأشـــكال البيانية (٣ و٤) التنبؤ بواســـطة الصقل الأســـى على المعطيـــات المأخـــوذة من الجـــدول (٣) باعتبـــار $a = 0.1$ و $a = 0.9$ (يعتبر التنبؤ دالة للتثقيلات المعطاة للقيم السابقة القريبة والبعيدة).

الجدول رقم (٣) التنبؤ بواسطة الصقل الأسى المضاعف باعتبار $a = 0.3$ (الملف *C3EX2.XLS*)

الزمن	المبيعات CVS	S	S	a_1	a_0	التنبؤ
السنة ١– J	٧٢٨١	٧٢٨١,٠٠	٧٢٨١,٠٠	٠,٠٠	٧٢٨١,٠٠	
F	٩١٦٣	٧٨٤٥,٦٠	٧٤٥٠,٣٨	١٦٩,٣٨	٨٢٤٠,٨٢	٧٢٨١,٠٠
M	٧٧٦٩	٧٨٢٢,٦٢	٧٥٦٢,٠٥	١١١,٦٧	٨٠٨٣,١٩	٨٤١٠,٢٠
A	٨٤٨٥	٨٠٢١,٣٣	٧٦٩٩,٨٤	١٣٧,٧٨	٨٣٤٢,٨٣	٨١٩٤,٨٦
M	٧٦٠٦	٧٨٩٦,٧٣	٧٧٥٨,٩١	٥٩,٠٧	٨٠٣٤,٥٦	٨٤٨٠,٦٢
J	٧٣٦٤	٧٧٣٦,٩١	٧٧٥٢,٣١	٦,٦٠-	٧٧٢١,٥٢	٨٠٩٣,٦٣
J	٦٧١١	٧٤٢٩,١٤	٧٦٥٥,٣٦	٩٦,٩٥-	٧٢٠٢,٩٢	٧٧١٤,٩٢
A	٦٨٩٤	٧٢٦٨,٦٠	٧٥٣٩,٣٣	١١٦,٠٣-	٦٩٩٧,٨٧	٧١٠٥,٩٧
S	٥٦٧٨	٦٧٩١,٤٢	٧٣١٤,٩٦	٢٢٤,٣٧-	٦٢٦٧,٨٨	٦٨٨١,٨٤
O	٧٦٠٦	٧٠٢٥,٧٩	٧٢٣١,٢١	٨٣,٧٥-	٦٨٤٠,٣٨	٦٠٤٣,٥١
N	٧٣٦٤	٧١٢٤,٢٦	٧٢٠٢,١٢	٢٩,٠٩-	٧٠٦٦,٣٩	٦٧٥٦,٦٣
D	٩٧٨٩	٧٩٣٠,٦٨	٧٤٢٠,٦٩	٢١٨,٥٧	٨٤٤٠,٦٧	٧٠٣٧,٣٠
السنة ٢– J	٨٠٨٢	٧٩٧٦,٠٧	٧٥٨٧,٣٠	١٦٦,٦٢	٨٣٦٤,٨٥	٨٦٥٩,٢٤
F	٨٦٦٣	٨١٨٢,١٥	٧٧٦٥,٧٦	١٧٨,٤٥	٨٥٩٨,٥٥	٨٥٣١,٤٦
M	٧٧٢٠	٨٠٤٣,٥١	٧٨٤٩,٠٨	٨٣,٢٢	٨٢٣٧,٩٣	٨٧٧٧,٠٠
A	٧٨٥٩	٧٩٨٨,١٥	٧٨٩٠,٨٠	٤١,٧٢	٨٠٨٥,٥٠	٨٣٢١,٢٥
M	٦٩٣٦	٧٦٧٢,٥١	٧٨٢٥,٣٢	٦٥,٤٩-	٧٥١٩,٧٠	٨١٢٧,٢٣
J	٦٢٩٢	٧٢٥٨,٣٦	٧٦٥٥,٢٣	١٧٠,٠٩-	٦٨٦١,٤٨	٧٤٥٤,٢١
J	٧٥٧٢	٧٣٥٢,٤٥	٧٥٦٤,٣٩	٩٠,٨٣-	٧١٤٠,٥٠	٦٦٩١,٤٠
A	٦٧٤٣	٧١٦٩,٦١	٧٤٤٥,٩٦	١١٨,٤٣-	٦٨٩٣,٢٧	٧٠٤٩,٦٧
S	٧١٥٢	٧١٦٤,٢٣	٧٣٦١,٤٧	٨٤,٤٩-	٦٩٦٧,١٩	٦٧٧٤,٨٣

تابع - الجدول رقم (٣).

الزمن	المبيعات CVS	S	S	a_1	a_0	التنبؤ
O	٩٥٦٧	٧٨٨٥,١٣	٧٥١٨,٥٧	١٥٧,١٠	٨٢٥١,٦٩	٦٨٨٢,٧٠
N	٨٥٢٢	٨٠٧٦,١٩	٧٦٨٥,٨٦	١٦٧,٢٩	٨٤٦٦,٥٣	٨٤٠٨,٧٩
D	٨٦٨٨	٨٢٥٩,٧٣	٧٨٥٨,٠٢	١٧٢,١٦	٨٦٦١,٤٥	٨٦٣٣,٨١
السنة ٣- J	٥٧٧٢	٧٥١٣,٤١	٧٧٥٤,٦٤	١٠٣,٣٨-	٧٢٧٢,١٩	٨٨٣٣,٦١
F	٧٦٨٢	٧٥٦٣,٩٩	٧٦٩٧,٤٤	٥٧,١٩-	٧٤٣٠,٥٤	٧١٦٨,٨١
M	٨٨١٤	٧٩٣٨,٩٩	٧٧٦٩,٩١	٧٢,٤٦	٨١٠٨,٠٨	٧٣٧٣,٣٤
A	٩٤٣٢	٨٣٨٦,٨٩	٧٩٥٥,٠٠	١٨٥,١٠	٨٨١٨,٧٩	٨١٨٠,٥٤
M	٧٥٤١	٨١٣٣,١٣	٨٠٠٨,٤٤	٥٣,٤٤	٨٢٥٧,٨١	٩٠٠٣,٨٨
J	٨٧٦٥	٨٣٢٢,٦٩	٨١٠٢,٧٢	٩٤,٢٧	٨٥٤٢,٦٦	٨٣١١,٢٥
J	٧٦٥٠	٨١٢٠,٨٨	٨١٠٨,١٧	٥,٤٥	٨١٢٣,٦٠	٨٦٣٦,٩٤
A	٧١٥٢	٧٨٣٠,٢٢	٨٠٢٤,٧٨	٨٣,٣٨-	٧٦٣٥,٦٥	٨١٣٩,٠٥
S	٩٥٦٧	٨٣٥١,٢٥	٨١٢٢,٧٢	٩٧,٩٤	٨٥٧٩,٧٨	٧٥٥٢,٢٧
O	٨٥٢٢	٨٤٠٢,٤٨	٨٢٠٦,٦٥	٨٣,٩٣	٨٥٩٨,٣٠	٨٦٧٧,٧٢
N	٨٨١٤	٨٥٢٥,٩٣	٨٣٠٢,٤٣	٩٥,٧٩	٨٧٤٩,٤٣	٨٦٨٢,٢٣
D	٧٨٩٢	٨٣٣٥,٧٥	٨٣١٢,٤٣	١٠,٠٠	٨٣٥٩,٠٨	٨٨٤٥,٢٢
السنة ٤- J	-	-	-	-	-	٨٣٦٩,٠٧
F	-	-	-	-	-	٨٣٧٩,٠٧
M	-	-	-	-	-	٨٣٨٩,٠٦
A	-	-	-	-	-	٨٣٩٩,٠٦
M	-	-	-	-	-	٨٤٠٩,٠٦
J	-	-	-	-	-	٨٤١٩,٠٥
J	-	-	-	-	-	٨٤٢٩,٠٥
A	-	-	-	-	-	٨٤٣٩,٠٤
S	-	-	-	-	-	٨٤٤٩,٠٤
O	-	-	-	-	-	٨٤٥٩,٠٤
N	-	-	-	-	-	٨٤٦٩,٠٣
D	-	-	-	-	-	٨٤٧٩,٠٣

تفاصيل الحساب لعناصر الجدول السابق مشروحة ضمن خلايا الحساب فى ملف المعطيات المشار إليه سابقاً.

من خلال ملاحظة الرسمين البيانيين تتضح فكرة الصقل الأسى من الأوجه التالية:

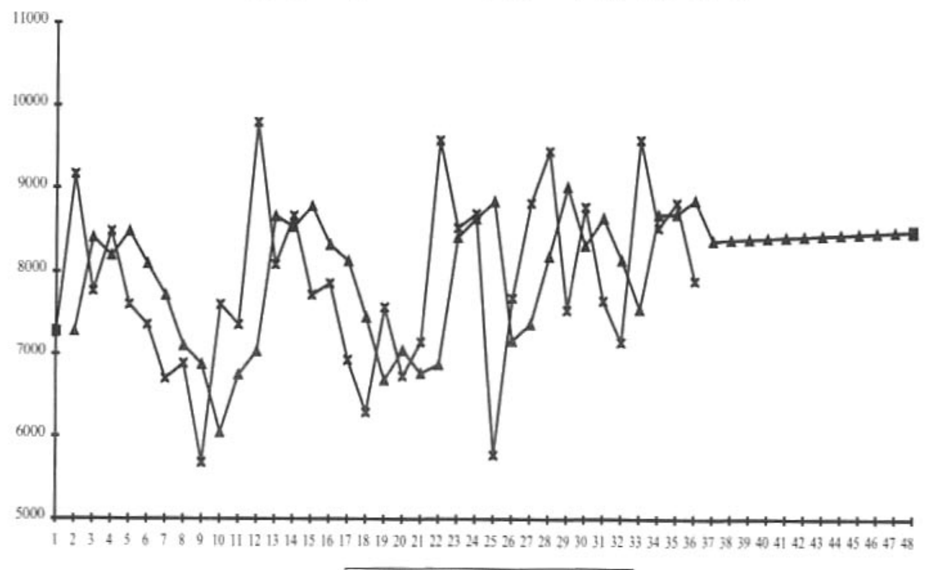
- يلاحظ بشــكل عام اســتجابة التنبؤ للتغيرات فى مسار السلسلة مع بعض التأخير وهذه الظاهرة تسمى «سباق التتابع» بين القيم المحققة والقيم المتنبأ بها.

- هناك استجابة سريعة جداً للمنحنى المرسوم باستخدام المعامل (٠,٨) على التقلبات المفاجئة وهذا من شــأنه، عند إجراء التنبؤ، تضخيــم مركبة الاتجاه العام المرتبطة بالمشاهدة الأخيرة.

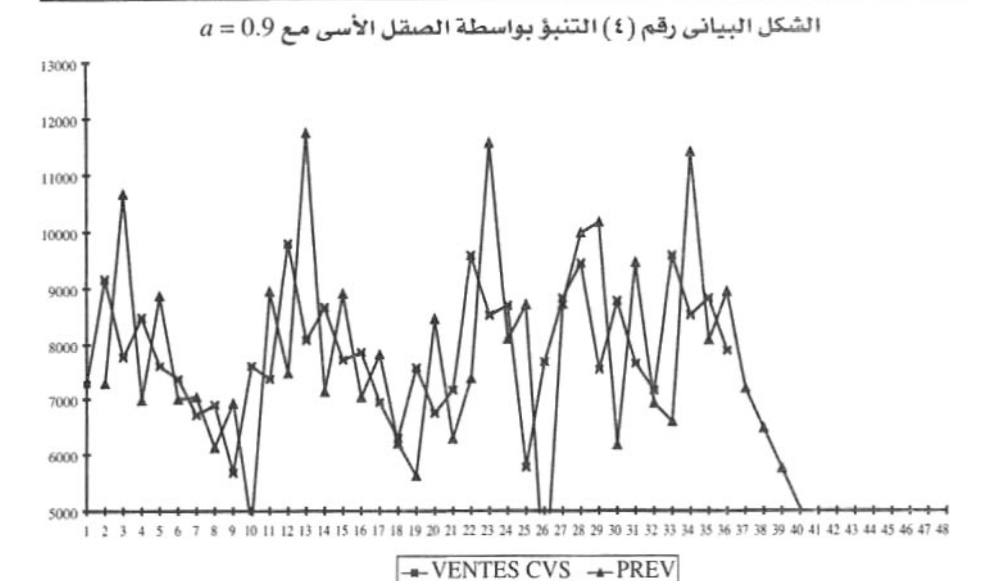
- التنبؤات المحسوبة فى الحالتين مختلفة بشكل واضح، ومن ثم فإن التغيير فى معامل الصقــل يقود إلى نتائج غير متجانســة وغير ثابتة. وهذه الرســوم البيانية تظهر المحدودية لطريقة الصقل الأسى.



الشكل البيانى رقم (٣) التنبؤ بواسطة الصقل الأسى مع $a = 0.1$



الشكل البيانى رقم (٤) التنبؤ بواسطة الصقل الأسى مع $a = 0.9$



٤- نماذج Holt و Holt-Winters:

٤-١- نموذج Holt:

تسمى النماذج التى استعرضناها فى الفقرة السابقة بنماذج Brown ويمكننا أيضاً استخدام نموذج صقل Holt الذى يشتمل على معاملى صقل: واحد للمتوسط المصقول a_{0t} والآخر لميل المستقيم a_{1t}.

يتم إجراء الصقلين المنفصلين التاليين:

- صقل المتوسط a_{0t} مع معامل صقل a، $a \in [0,1]$.
- صقل لمركبة الاتجاه العام a_{1t} مع معامل صقل β، $\beta \in [0,1]$.

(فى الحالة حيث $a = \beta$ يكون نموذج Holt هو نفسه نموذج الصقل المضاعف لـ Brown).

العرض الرياضى:

نستخدم لصقل المتوسط العلاقة التالية: $a_{0t} = ax_t + (1\text{-}a)(a_{0t\text{-}1} + a_{1t\text{-}1})$

(تمثل $a_{0t\text{-}1} + a_{1t\text{-}1}$ المتوسط الجديد المصقول عند t).

نستخدم لصقل مركبة الاتجاه العام العلاقة التالية:

$$a_{1t} = \beta\,(a_{0t} - a_{0t-1}) + (1-\beta)a_{1t-1}$$

ويكون التنبؤ المحسوب عند t للمجال الزمنى h فترة مساوياً لـ:

$$\hat{x}_{t+h} = a_{0t} + ha_{1t}$$

حيث تمثل x_t القيمة الملاحظة للسلسلة عند t.

القيم الابتدائية (من أجل $t = 1$):

- القيمة الابتدائية للمتوسط المصقول: $a_{01} = x_1$
- القيمة الابتدائية للنزعة: $a_{11} = 0$

بعد ذلك يمكن استخدام العلاقات العامة. ويمكن الرجوع للملف C٣EX٢ من أجل التمرين، فى حين سيتم فى الفقرة القادمة استعراض مثال كامل حول كيفية استخدام نموذج Holt-Winters.

٤-٢- النموذج المتضمن مركبة الاتجاه العام والمركبة الفصلية (نموذج Holt-Winters):

تمتاز طريقة الصقل لنمــوذج Holt-Winters بإمكانية إدخال المركبة الفصلية فى نموذج التنبؤ، ومن ثم إجراء التنبؤ بعملية واحدة وتســتند معظم البرمجيات الخاصة بحســاب التنبؤ بالمبيعات إلى هذه الطريقة. إذ يتم إجراء ثلاث[1] عمليات صقل على النحو التالى:

- الصقل للمتوسط بمعامل الصقل a حيث $a \in [0,1]$.
- الصقل للنزعة بمعامل صقل β حيث $\beta \in [0,1]$.
- الصقل للمركبة الفصلية باستخدام معامل صقل γ حيث $\gamma \in [0,1]$.

العرض الرياضى:

يتم الصقل للمتوسط بالعلاقة التالية: $a_{0t} = a(x_t / S_{t-P}) + (1-a)(a_{0t-1} + a_{1t-1})$

(تم استخدام S_{t-P} لأن S_t ليست معلومة بعد).

(١) فى حال عدم وجود مركبة فصلية فإننا نستخدم نموذج Holt ذى المرحلتين: الصقل للمتوسط والصقل للنزعة.

يتم الصقل لمركبة الاتجاه العام بالعلاقة التالية: $a_{1t} = \beta(a_{0t} - a_{0t-1}) + (1-\beta)a_{1t-1}$

ويتم الصقل للمركبة الفصلية بواسطة العلاقة: $S_t = \gamma(x_t / a_{0t}) + (1-\gamma)\ S_{t-P}$

ومن ثم فإن التنبؤ للمجال الزمنى h يعطى بالعلاقة التالية:

$$\hat{x}_{t+h} = (a_{0t} + ha_{1t})\ S_{t-P+h} \quad \text{إذا كانت} \quad 1 \leq h \leq p$$

$$\hat{x}_{t+h} = (a_{0t} + ha_{1t})\ S_{t-P+2h} \quad \text{إذا كانت} \quad p + 1 \leq h \leq 2\,p$$

حيث:

a_{0t}: المتوسط المصقول للسلسلة فى الزمن t.

x_t: القيمة المشاهدة للسلسلة فى الزمن t.

S_t: المعامل الفصلى فى الزمن t.

p: دورية المعطيات (الفترة الفاصلة بين المشاهدة والأخرى وهى تساوى ١٢ للمعطيات الشهرية و٤ للمعطيات الفصلية).

a_{1t}: ميل مركبة الاتجاه العام المقدرة فى الزمن t.

القيم الابتدائية (للسنة الأولى، $t = 1,p$**):**

- القيم الابتدائية للمركبة الفصلية.

يتم تقدير المعاملات الفصلية للسنة الأولى بواسطة القيمة المشاهدة فى الزمن t أى (x_t) مقسمة على المتوسط $\bar{x}$ للمشاهدات p الأولى (الخاصة بالسنة الأولى).

$$S_t = x_t / \bar{x} \quad \text{من أجل} \quad t = 1,p$$

- القيم الابتدائية للمتوسط المصقول: $a_{0p} = \bar{x}$

- القيمة الابتدائية للنزعة: $a_{1p} = 0$

يبين الجدول (٤) عملية حساب التنبؤ بواسطة نموذج Holt-Winters وتتعلق المعطيات بالمبيعات لمنتَج ذى استخدام يتعلق بفترة أعياد.

الجدول رقم (٤) حساب التنبؤ بواسطة نموذج Holt-Winters:
باستخدام $a = 0.3$، $\beta = 0.1$، $\gamma = 0.2$ (الملف $C3EX4$)

الزمن	المبيعات	a_{0t}	a_{1t}	S_t	$\hat{x}_t$
السنة ١- J	٤٠١،٦٠	–	–	٠،٧٠	–
F	٣٩٥،٧٠	–	–	٠،٦٩	–
M	٤٥١،٠٠	–	–	٠،٧٩	–
A	٤٢٧،٦٠	–	–	٠،٧٥	–
M	٤٩٦،٨٠	–	–	٠،٨٧	–
J	٤٦٧،٧٠	–	–	٠،٨٢	–
J	٣٥٢،٣٠	–	–	٠،٦٢	–
A	١٨٢،١٠	–	–	٠،٣٢	–
S	٥٢٢،٢٠	–	–	٠،٩١	–
O	٦٨٧،٢٠	–	–	١،٢٠	–
N	١٠٨٠،٣	–	–	١،٨٩	–
D	١٣٩١،٦	٥٧١،٣	٠،٠	٢،٤٤	–
السنة ٢- J	٢٦٣،٩٠	٥١٢،٦	٥،٩-	٠،٦٧	–
F	٢٨٩،٩٠	٤٨٠،٣	٨،٥-	٠،٦٧	٣٥٠،٩٣
M	٣٣٧،٠٠	٤٥٨،٣	٩،٩-	٠،٧٨	٣٧٢،٣٨
A	٣٧٤،٠٠	٤٦٣،٨	٨،٣-	٠،٧٦	٣٣٥،٦١
M	٢٩٢،٧٠	٤١٩،٨	١١،٩-	٠،٨٤	٣٩٦،٠٦
J	٢٩٨،٦٠	٤٣١،٦	٩،٥-	٠،٨٤	٣٣٣،٩٤
J	٤٢١،٧٠	٥٠٠،٦	١،٧-	٠،٦٦	٢٦٠،٢٨
A	١٧٣،٨٠	٥١٢،٩	٠،٣-	٠،٣٢	١٥٩،٠٤
S	٥٢٢،١٠	٥٣٠،٢	١،٥	٠،٩٣	٤٦٨،٥١
O	٦٤٢،٤٠	٥٣٢،٤	١،٦	١،٢٠	٦٣٩،٤٨
N	٩٨٤،٢٠	٥٢٩،٩	١،١	١،٨٨	١٠٠٩،٥٩
D	١٣٠٧،٦	٥٣٢،٨	١،٣	٢،٤٤	١٢٩٣،٥٠

تابع - الجدول رقم (٤).

الزمن	المبيعات	a_{0t}	a_{1t}	S_t	$\hat{x}_t$
السنة ٣- J	٣٩٣,٤٠	٥٥١,٣	٣,٠	٠,٦٧	٣٥٥,٣٥
F	٣١٦,٢٠	٥٢٨,٦	٠,٥	٠,٦٦	٣٧٤,٠٥
M	٤٢٨,٦٠	٥٣٥,٥	١,١	٠,٧٨	٤١١,٩١
A	٤٦٧,٦٠	٥٦٠,٢	٣,٥	٠,٧٧	٤٠٧,٨٢
M	٥٠١,٠٠	٥٧٤,٦	٤,٦	٠,٨٤	٤٧٠,٧٠
J	٤٨٧,٤٠	٥٧٩,٥	٤,٦	٠,٨٤	٤٨٦,٢١
J	٤٦٣,٣٠	٦١٨,٩	٨,١	٠,٦٨	٣٨٦,٥٦
A	١٦٥,٩٠	٥٩٣,١	٤,٧	٠,٣١	٢٠٢,٣٧
S	٥٩٥,١٠	٦١٠,٨	٦,٠	٠,٩٤	٥٥٤,٨٤
O	٦٩٨,١٠	٦٠٥,٨	٤,٩	١,١٩	٧٤٢,٣٥
N	١٠١٢,١٠	٥٨٨,٦	٢,٧	١,٨٥	١١٥٠,٥٥
D	١٣٨٠,٠٠	٥٨٣,٦	١,٩	٢,٤٢	١٤٤٢,٤٠
السنة ٤- J	–	–	–	–	٣٩٥,٢٢
F	–	–	–	–	٣٨٧,٤١
M	–	–	–	–	٤٦١,٤٣
A	–	–	–	–	٤٥٨,٢١
M	–	–	–	–	٤٩٩,٧٤
J	–	–	–	–	٤٩٩,٨٢
J	–	–	–	–	٤٠٥,٤٦
A	–	–	–	–	١٨٨,١٦
S	–	–	–	–	٥٦٣,٢٣
O	–	–	–	–	٧١٩,٣١
N	–	–	–	–	١١١٩,٤٠
D	–	–	–	–	١٤٧٠,٦٨

نماذج من عملية الحساب[1]:

قيمة ابتدائية: $\bar{x} = 571.34$ (للسنة الأولى)

المركبة الفصلية: $S_{avr\text{-}Annee1} = 427.60/571.43 = 0.75$

المتوسط: $a_{0\ dec\text{-}Annee1} = 571.34$

النزعة: $a_{1\ dec\text{-}Annee1} = 0$

هنا مجال التنبؤ h تم اختياره مساوياً للواحد ويكون لدينا من أجل شهر سبتمبر من العام ٢:

$$a_{0\ sep\text{-}Annee2} = 0.3\ (522.1/0.91) + 0.7\ (512.9 - 0.3) = 530.2$$
$$a_{1\ sep\text{-}Annee2} = 0.1\ (530.2/512.9) + 0.9 \times - 0.3 = 1.5$$
$$S_{sep\text{-}Annee2} = 0.2\ (522.1/530.2) + 0.8 \times 0.691 = 0.93$$

$$\hat{x}_{sep\text{-}Annee2} = (512.9 + (- 0.3) \times 1)\ 0.91 = 468.51$$

بالنسبة لحساب التنبؤ فى العلاقة الأخيرة فقد تم حسابه فى شهر آب من العام ٢ باعتبار $h = 1$.

التنبؤ لشهر سبتمبر من العام ٤ $(h = 9)$ المحسوب فى شهر ديسمبر من العام ٣ يساوى: $\hat{x}_{sep\text{-}Annee4} = (583.6 + 1.9 \times 9)\ 0.94 = 653.23$.

٥- كيفية اختيار معامل الصقل:

٥-١- مبادئ عامة:

لا بد عند البدء فى عملية الصقل من اختيار قيمة لمعامل الصقل الذى سبق أن رمزنا له بالرمز a (على سبيل المثال القيمة ٠,٣) ويلعب اختيار قيمة معامل الصقل دوراً مهماً فى عملية الصقل؛ لأن ذلك يقيد التنبؤات المستقبلية من خلال درجة التثقيل التى نحملها للماضى القريب وللماضى البعيد من السلسلة.

(١) قد تظهر بعض الفروقات الطفيفة وذلك لأن البرنامج يأخذ عدداً كبيراً من الأرقام العشرية بعد الفاصلة.

هناك عدة طرائق لتقدير هذا المعامل والأكثر استخداماً تقضى باختيار تلك القيمة التى تجعل الانحراف بين المتنبأ به والمحقق على الجزء المعلوم من السلسلة فى حدوده الدنيا (الفقرة ٥-٢). وهناك طريقة أخرى تقضى باستخدام عمليتى ضبط ومراقبة لاستخدام هذا المعامل ومن ثم إمكانية تعديله. وهكذا فإنه فى حالة عدم التقارب للتنبؤ فإنه يتم تعديل قيمة معامل الصقل بشكل آلى بحيث يتلاءم مع التغير الهيكلى الحاصل (الفقرة ٥-٣).

٥-٢- قيمة a التى تجعل مجموع مربعات أخطاء التنبؤ فى حده الأدنى:

تتميز هذه الطريقة ببساطتها، فلاستخدامها يكفى إعطاء مجال لبعض القيم لمعامل الصقل $a \in (a_1, a_2)$ والسير بخطوات صغيرة (٠.٠٥ على سبيل المثال) وإجراء التنبؤات عند كل قيمة ومن ثم حساب مجموع مربعات أخطاء التنبؤ. ونأخذ قيمة معامل الصقل التى تجعل مجموع مربعات الانحرافات فى حدودها الدنيا. يمكن تعميم هذه الطريقة لحساب معاملات الصقل الثلاثة (a, β, γ). يمكننا استخدام الدالة "SOLVEUR" فى البرنامج إكسل لحل هذه المشكلة ببساطة.

يمكن تلخيص هذه الطريقة على النحو التالى:

نبحث عن قيمة معامل الصقل التى تخفض إلى أدنى حد المجموع التالى لانحرافات أخطاء التنبؤ السابقة:

$$Min \sum_{t=1}^{n} e_t^2 = \sum_{t=1}^{n} (x_t - \hat{x}_t)^2$$

ونفترض من أجل ذلك أن: $a_2 = 0.6, a_1 = 0.1$ وبخطوة تساوى (٠.٠٥).

أى نعتبر القيم $a = 0.1, a = 0.15, a = 0.20, ..., a = 0.6$ ومن ثم فإن قيمة a المختارة هى تلك التى تجعل المجموع $\sum_{t=1}^{n} (x_t - \hat{x}_t)^2$ فى حدوده الدنيا.

يمكن على سبيل المثال البحث عن معاملات الصقل المثلى فى نموذج Holt-Winters الموجود فى الملف *C3EX5*.

تعتبر هذه الطريقة فى اختيار معامل الصقل مثلى من وجهة نظر طريقة المربعات الصغرى. لكن على الرغم من ثقتنا فى إيجاد القيمة الأفضل لهذا المعامل على إجمالى فترة التقدير (أى على الفترة السابقة)، فإننا لسنا متأكدين من أفضلية تلك القيمة فى اللحظة حيث يتم حساب التنبؤ ومن أجل ذلك نستخدم الطريقة التالية.

٥-٣- طريقة ضبط معامل الصقل:

٥-٣-١- مبادئ عامة:

يتم تحديد القيمة المثلى لمعامل الصقل عبر حل وسط بين القصور المتحقق نتيجة إدخال المعطيات البعيدة زمنياً وبين الحساسية للقيم الجديدة فى السلسلة.

فى حال ظهور خطأ للتنبؤ فإنه يمكن أن يكون عائداً إلى واحد من التفسيرين التاليين:

- وجود حادث ما غير متوقع ومن ثم يجب تخفيض المعامل a لعزل تأثير القيمة غير الطبيعية الناتجة عن هذا الحادث.
- وجود انقطاع فى مركبة الاتجاه العام ذات الاستمرارية الطويلة ومن ثم فإن المعامل a يجب رفعه لإعادة وصل هذا الانقطاع وبشكل سريع.

تعتبر عملية التسوية بين هاتين الفرضيتين صعبة ولنأخذ المثال التالى لسلسلة زمنية من المبيعات تتميز بوجود اضطرابين اثنين:

- انقطاع فى مركبة الاتجاه العام اعتباراً من الفترة ١٣.
- وجود قيمة شاذة للفترات الزمنية ٢٥ و٢٦.

نحسب تنبؤاً لهذه السلسلة بواسطة الصقل الأسى المضاعف باستخدام $a = 0.1$ و$a = 0.5$ (الشكل البيانى ٥).

ومن خلال التدقيق فى هذا الرسم نلاحظ ما يلى:

إذا كانت $a = 0.1$ فإن ردة الفعل على التغيرات فى مركبة الاتجاه العام وإعادة التصحيح تكون طويلة. بالمقابل فإن هذا المعامل يسمح بمسح فعال للاضطراب الحاصل نتيجة القيم غير الطبيعية.

أما إذا كانت $a = 0.5$ فإنه يتم توفيق النموذج بشكل سريع وجيد مع المتوسط الجديد ولكن حساسيته تجعل ردة فعله قوية جداً على الاضطراب الحاصل نتيجة القيم ٢٥ و٢٦ غير الطبيعية.

من خلال ما سبق نستخلص أن المعامل الأفضل هو الذى يتمتع بقدرته على التحرك مع الزمن!

لنكتب من جديد نموذج الصقل الأسى البسيط المعرف بالمعادلة التالية:

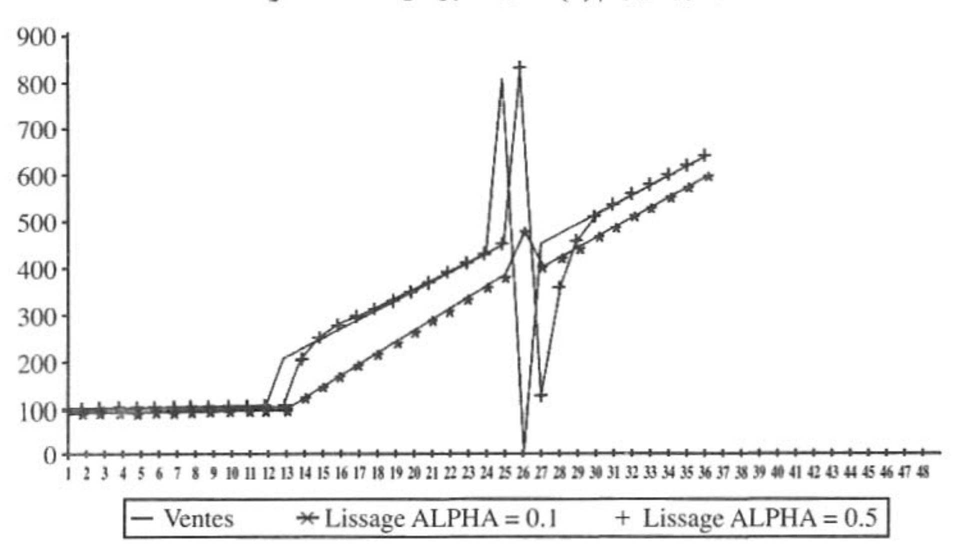
$$\hat{x}_t = ax_t + (1 - a)\,\hat{x}_{t-1}$$

حيث تمثل $\hat{x}_t$ القيمة الفعلية المحققة من السلسلة x (أى المبيعات) فى الزمن t (شهر معين مثلاً).

وتمثل $\hat{x}_t$ التنبؤ للسلسلة x_t للفترة $t + 1$ والمحسوب عند الزمن t. أما a فهى معامل الصقل الذى ينتمى للمجال $[0.1]$.



الشكل البيانى رقم (٥) مثال للتنبؤ حيث $a = 0.1$ و$a = 0.5$



ونحاول ضبط معامل الصقل بشـــكل آلى عند كل فتـــرة زمنية t بحيث نأخذ بعين الاعتبار إما الماضى السابق مباشرة وإما القيم السابقة الأكثر قدماً.

يمكننا من أجل ذلك تصور النموذج التالى:

$$\hat{x}_t = a_t\, x_t + (1 - a_t)\, \hat{x}_{t-1}$$

الـــذى يأخذ بعين الاعتبار إمكانية تغير قيمة معامـــل الصقل فى كل لحظة t عبر نظام ضبط محدد.

٥-٣-٢- متغيرات المراقبة Les variables de contrôle:

سوف نستخدم الترميز التالى:

$x_1, x_2, ..., x_t$: قيم السلسلة الزمنية الممثِلة للمبيعات التى نرغب فى إجراء التنبؤ حولها.

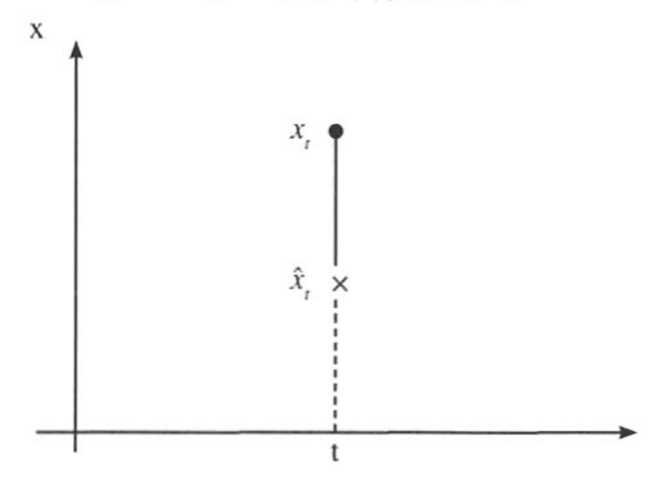
$\hat{x}_1, \hat{x}_2, ..., \hat{x}_t$: القيم المتنبأ بها للسلسلة السابقة بواسطة عملية التنبؤ $\hat{x}_t$.

فى الأشكال البيانية التالية سوف ترمز النقاط المتصالبة إلى القيم الفعلية المحققة $\hat{x}_t$ والنقاط فقط إلى القيم المتنبأ بها x_t.

- **مؤشر الانحراف اللحظى** (EPS_t):

يعتبر الانحراف بين القيمة المتنبأ بها والقيمة الحقيقية فى الفترة الزمنية t أول ما يتبادر للذهن كوسيلة للحكم حول جودة نظام التنبؤ (الشكل البيانى ٦) $EPS_t = x_t - \hat{x}_t$.

الشكل البيانى رقم (٦) مؤشر الانحراف اللحظى



- **مؤشر القيمة التجميعية للانحرافات** (*SUMEPS*، **مجموع** *EPS*):

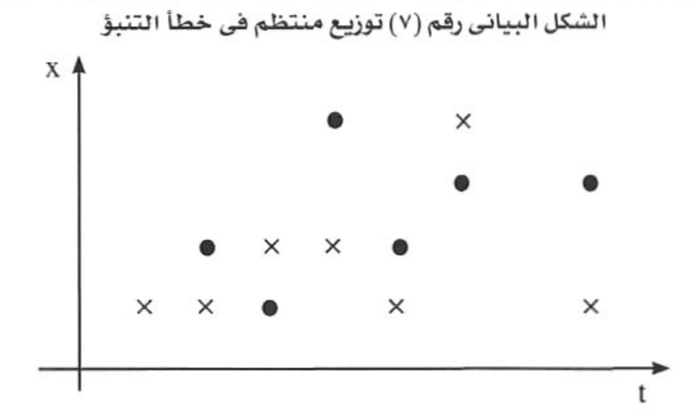
لتكن لدينا T فترة تنبؤ متتابعة (على سبيل المثال التنبؤات الـ١٢ الأخيرة) وعليه يساوى المؤشر:

$$|SUMEPS_t| = \sum_{i=t-T+1}^{t} EPS_i$$

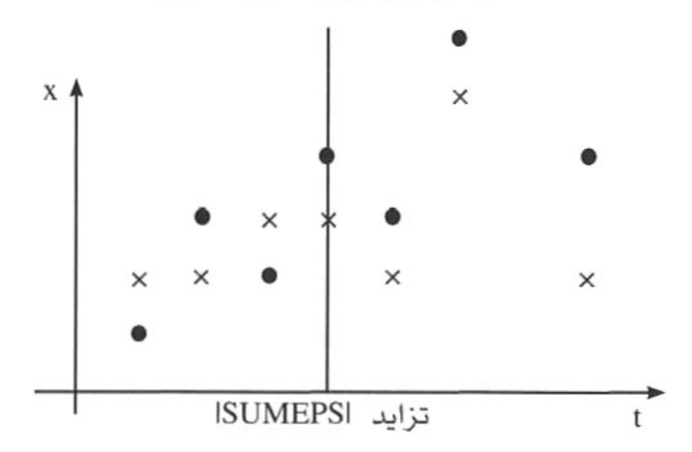
فى حال توزع المشاهدات (القيم الفعلية) بشكل منتظم حول التنبؤات فإن قيمة SUMEPS تكون فى كل لحظة قريبة من القيمة صفر (الشكل البيانى ٧).

بينما فى حالة التزايد بالقيمة المطلقة للمؤشر SUMEPS اعتباراً من فترة زمنية محددة فإن ذلك يشير إلى تغير فى حركة الاتجاه العام أو فى مستوى السلسلة نفسها (الشكل البيانى ٨).

الشكل البيانى رقم (٧) توزيع منتظم فى خطأ التنبؤ



الشكل البيانى رقم (٨) التنبؤ المتحيز



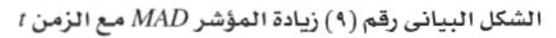
- مؤشر القيمة المطلقة المتوسطة للانحرافات (**Mean Absolute Deviation**):

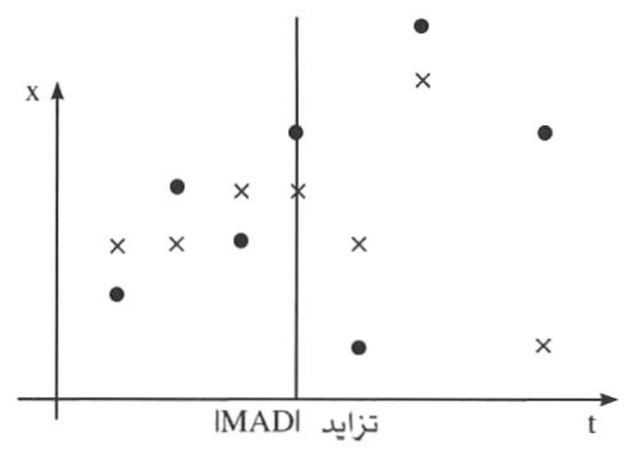
يعرف هذا المؤشر فى اللحظة t على النحو التالى:

$$MAD_t = \frac{\sum_{i=t-T+1}^{t} |EPS_i|}{T}$$

يعتبر هذا المؤشر من مقاييس التشتت ويشابه الانحراف المعيارى اللحظى لانحرافات التنبؤ.

عند زيادة *EPS* فإن قيمة *MAD* تتزايد ومن ثم فإن خطأً مرتفعاً غير طبيعى للتنبؤ يؤدى إلى زيادة فورية فى قيمة المؤشر *MAD* وهذا يحصل بالنسبة للمشاهدات الشاذة غير الطبيعية (الشكل ٩).


الشكل البيانى رقم (٩) زيادة المؤشر *MAD* مع الزمن *t*



لا يمكن الحكم على التغير اللحظى فى المؤشر *EPS* إلا من خلال نسبته إلى التقلبات المتوسطة فى السلسلة (فانحراف لحظى من ٥ إلى ١٠٪ يمكن اعتباره كافياً لسلسلة تتميز بتذبذبات شديدة ولكنه غير طبيعى بالنسبة للسلاسل المستقرة نوعاً ما). من أجل ذلك، يكون مفضلاً إجراء مقارنة دورية للمؤشر *EPS* والمؤشر SUMEPS مع مؤشر الانحراف المتوسط *MAD* وهذا يقود إلى إشارتين للضبط هما NF وAWS.

- **الإشارة** NF (Normal Forecast):

تعرف بالعلاقة التالية: $|NF|= \dfrac{EPS_t}{MAD_t}$

وتشابه هذه الإشارة المتغير المركزى المخفض (الذى يمكننا الحصول عليه عبر استبدال MAD_t فى العلاقة السابقة بالانحراف المعيارى لانحرافات التنبؤ).

وهذا المؤشر حساس جداً للمشاهدات الشاذة غير الطبيعية (فإذا كانت $|EPS_t|$ مرتفعة فإن تكون $|NF_t|$ أيضاً مرتفعة).

- **الإشارة AWS** (Alert Warning Signal):

وتعرف بالصيغة التالية: $|AWS_t| = \frac{SUMEPS_t}{MAD_t}$

فـــى حالة التغير فى مركبة الاتجاه العام، فإن المجمـــوع الجبرى لانحرافات التنبؤ هو من الإشـــارة نفســـها لعدة فترات زمنية أى أن التنبؤ لا يتلاءم بشكل مناسب مع القيم المحققـــة فعلياً ويعمل الفلتـــر SUMEPS على تجميع هـــذه الانحرافات وتزداد قيمة $|AWS|$.

٥-٣-٣- تطبيق:

- **حالة وجود تغير فى حركة الاتجاه العام (الشكل البيانى ١٠):**

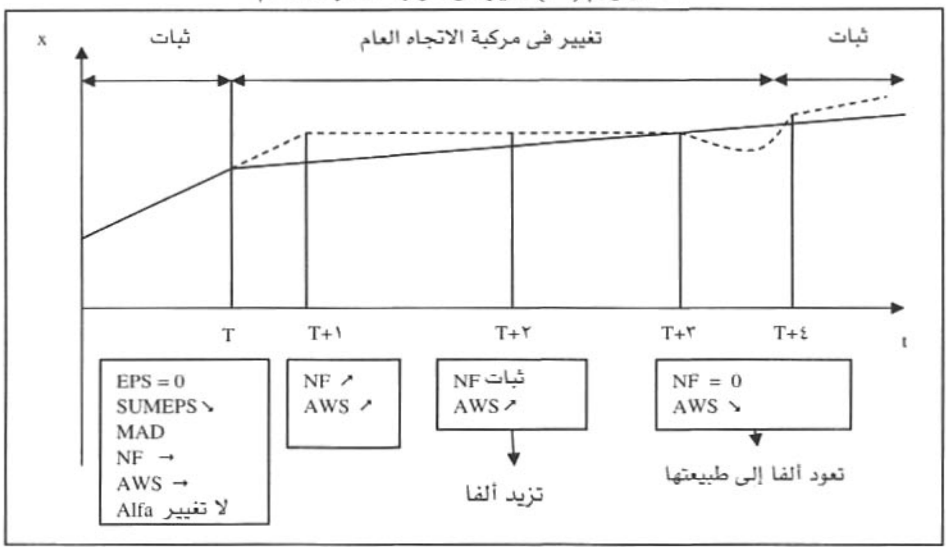
مـــن ملاحظة الشـــكل ١٠ نجد أنه حتى الفتـــرة T لا يوجد أية زيـــادة فى أى من المؤشـــرات، ومن ثم فإن قيمة a تبقى ثابتة. واعتباراً من الفترة $T+1$ يكون للمجموع الجبرى للأخطاء الإشـــارة نفسها لعدة فترات زمنية ومن ثم فإن التنبؤ يعتبر متحيزاً. وبالنســـبة للفلتر SUMEPS فسيعتبر تلك الانحرافات تراكمية نظامية وستزداد قيمة NF عنـــد الفترة الأولـــى للتغير الهيكلى ويمكن بعد ذلك أن تبقى ثابتة أو تحافظ على تطورها، أما إشـــارة الانحراف AWS فســـتدفع معامل الصقل a نحو الزيادة باعتبار التثقيل المعطى للمعلومة الأخيرة ضعيفاً جداً.

- **حالة وجود عارض أو حادث من النمط المتعلق بالحالة الاقتصادية (الشكل البيانى ١١):**

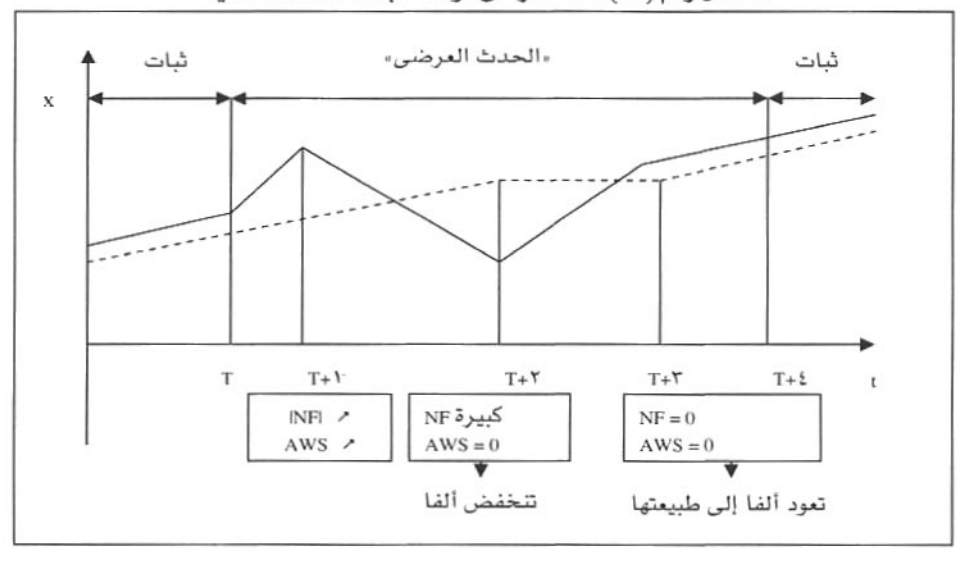
تكون الظاهرة فى هذه الحالة سريعة الزوال ولا يكون للأخطاء صفة منتظمة ولكن يمكـــن اعتبارها غير طبيعية (الفلتر MAD). تـــزداد قيمة AWS عند الفترة الأولى ويمكن أن تســـتمر ثابتة أو يمكن أن تتناهى إلى العدم فـــى حالة الانحرافات المتتابعة المهمة ذات الإشارات المختلفة.

تمثل NF هنا إشارة الانحراف التى تقود انخفاضاً فى معامل الصقل a باعتبار أن للتثقيل الممنوح للمعلومة الأخيرة وزناً مهماً جداً كونها تتعلق بحادث ما.

الشكل رقم (١٠) تغير فى مركبة الاتجاه العام



الشكل رقم (١١) حدث عرضى ذو صلة بالحالة الاقتصادية



- عودة التقاء التنبؤ مع المركبة الجديدة للاتجاه العام بعد زوال القيمة غير الطبيعية:

فى هذه الحالة، تعود قيمة a التى سبق أن خضعت إلى تغيرات سابقة مهمة إلى مستواها عند البدء (القيمة الأساسية لـ a).

- **الإجراء العملى لاستخدام الطريقة:**

مما سبق يتضح أن المؤشر NF يدل على وجود قيمة غير طبيعية (شاذة) ومن ثم فإن الزيادة فى قيمة ذلك المؤشر تستلزم تخفيض قيمة معامل الصقل. أما المؤشر AWS فيسمح بالكشف عن الانقطاعات فى مركبة الاتجاه العام ومن ثم فإن ارتفاع قيمة هذا المؤشر يستلزم زيادة قيمة معامل الصقل.

السؤال المطروح الآن هو كيفية التوفيق بشكل فعال ما بين المعلومتين السابقتين.

تسمح الطريقة المشروحة فى جدول القرار (الجدول ٥) بالإجابة عن هذه المسألة. فانطلاقاً من درجات تجريبية محددة[١]، نُعرّف ثلاث شرائح لقيم NF (فى الأعمدة) وAWS (فى الأسطر):

- تكون NF ضعيفة إذا كانت قيمتها أقل من (١,٥) ومن ثم فإن رمز NF هو (١).
- تكون NF متوسطة إذا كانت قيمتها محصورة بين (١,٥ و٣) ومن ثم فإن رمز NF هو (٢).
- تكون NF قوية إذا كانت قيمتها أكبر من (٣) ومن ثم فإن رمز NF هو (٣).
- تكون AWS ضعيفة إذا كانت قيمتها أقل من (٣) ومن ثم فإن رمز AWS هو (٣).
- تكون AWS متوسطة إذا كانت قيمتها محصورة بين (٣ و٥) من ثم فإن رمز AWS هو (٢).
- تكون AWS قوية إذا كانت قيمتها أكبر من (٥) ومن ثم فإن رمز AWS هو (١).

الإستراتيجية المتبعة بخصوص قيمة معامل الصقل تقضى بالبحث عن التقاطع بين السطر والعمود:

- فإذا كانت NF ضعيفة وAWS قوية فنكون بصدد انقطاع فى مركبة الاتجاه العام ومن ثم يجب زيادة معامل الصقل بشكل كبير.
- وإذا كانت NF كبيرة وAWS متوسطة فإننا نكون بصدد احتمال وجود قيمة غير طبيعية ومن ثم لابد من تخفيض كبير فى قيمة معامل الصقل.
- وهكذا ... .

قيمة معامل الصقل الموافقة لهذه الإستراتيجية نجدها فى التقاطع الحاصل بين قيم المؤشرين NF وAWS. وبطريقة عملية وبهدف إمكانية التحكم فى مسار معامل الصقل، يمكن حساب مجموع الرمزين NF وAWS:

$$SOMME = CODE\ NF + CODE\ AWS$$

(١) أى مأخوذة من التجارب الخاصة بالمنشآت.

ومن ثم فإن قيمة معامل الصقل تستخلص مباشرة من المجموع السابق ومن خلال العلاقة التالية:

$$a_t = 0.7 - 0.1 \times SOMME$$

الجدول رقم (٥) جدول القرار تبعاً لقيم NF وAWS

NF_t / AWS_t	ضعيف قيمة المعيار < ١,٥ CODE = ١	متوسط قيمة المعيار بين] ١,٥ - ٣ [CODE = ٢	قوى قيمة المعيار > ٣ CODE = ٣
ضعيف قيمة المعيار < ٣ CODE = ٣	α متوسطة	α ضعيفة واحتمال وجود قيمة شاذة	α ضعيفة جداً ووجود قيمة شاذة
متوسط قيمة المعيار بين] ٣ - ٥ [CODE = ٢	α قوية واحتمال وجود انقطاع فى الاتجاه العام	α متوسطة	α ضعيفة واحتمال وجود قيمة شاذة
قوى قيمة المعيار > ٥ CODE = ١	α قوية جداً وهناك انقطاع فى الاتجاه العام	α قوية واحتمال وجود انقطاع فى الاتجاه العام	α متوسطة، انقطاع فى الاتجاه العام أو قيمة شاذة؟

يبين الجـدول رقم (٦) القيمة المسـتخلصة لمعامل الصقل بدلالـة القيم المختلفة لمجموع الرمزين NF وAWS:

الجدول رقم (٦) قيم معامل الصقل الممثلة لمجموع الرمزين NF وAWS

المجموع	α
٦	٠,١
٥	٠,٢
٤	٠,٣
٣	٠,٤
٢	٠,٥

فـــى حالة نمـــوذج Holt أو نمـــوذج Holt-Winter علينا الاختيـــار لاثنين أو ثلاثة معاملات للصقل ولإجراء ذلك نتبع الطريقة التالية:

- بالنسبة لمعامل صقل المتوسط α فيمكن اتباع الطريقة السابقة.
- أمـــا معامـــل صقل مركبة الاتجاه العـــام β الذى يفترض أن يكون أقل من الســـابق فيحسب من خلال العلاقة التالية: $\beta_t = a_t - 0.05$.
- وأخيراً بالنسبة لمعامل صقل المركبة الفصلية γ، فإنه فى حالة نموذج Holt-Winter يبقى ثابتاً ومســـاوياً للقيمة (٠,٢) وذلك لأن الانقطاعـــات فى مركبة الاتجاه العام والقيم الشاذة لا تؤثر فى المركبة الفصلية.

يمكن على ســـبيل المثال العودة للملـــف C3EX6.XLS لاختيار معامل الصقل فى نموذج الصقل الآسى المضاعف.

تتميز طرائق الصقل الأســـى ببســـاطتها وســـهولة تنفيذها ولكن بالمقابل فإن هذه الطريقة لا تأخذ بعين الاعتبـــار متغيرات البيئة الخارجية ولا تفترض لتلك المتغيرات أى تأثير فى التنبؤ. رغم أنه فى بعض الحالات يمكن إدخال عناصر تفسيرية خارجية تســـاعد فى تحســـين التنبؤ المحصول عليه (انظر الفصل الســـابع). باختصار يمكننا عرض المزايا والسلبيات لهذه الطريقة بالجدول رقم (٧) التالى:

الجدول رقم (٧) نقاط الضعف والقوة فى طريقة الصقل الأسى

المزايا	السلبيات
- بساطة الحساب لإجراء التنبؤات.	- تعتمـــد على التمديـــد الخارجى وتتجاهل المتغيرات الخارجية.
- نظام يمكن اعتماده بعمليات تكرارية سهلة على Excel.	- اختيار صعب لمعامل الصقل.
- سرعة الحساب.	- ردة الفعل للنظام تكون متأخرة.
- إتقان آلية العمل من قبل المستخدم.	

الفصل الرابع
الطرائق الأساسية للتنبؤ (٢)
طرائق بوكس - جانكينز BOX- JENKINS والنماذج السببية

سندرس فى هذا الفصل طريقتين للتنبؤ هما:

- طريقة بوكس جانكينز التى تستند إلى عملية تمديد خارجى Extrapolation للظاهرة المدروسة من خلال العلاقة أو القانون الذى يحكم تلك الظاهرة، وفى هذه الحالة تكون البيانات اللازمة لهذه الطريقة محتواة فى السلسلة الزمنية نفسها دون اللجوء إلى معلومات خارجية ومن هنا تسمى هذه الطريقة طريقة التنبؤ الداخلى.
- الطريقة الثانية فى التنبؤ تعتمد على النماذج السببية أو التفسيرية التى تكون الغاية منها البحث عن تفسير التقلبات فى سلسلة المبيعات بالاستناد إلى عوامل تفسيرية خارجية متعلقة بالسياسات التسويقية للمنشأة أو بالطلب على السلعة نفسها.

١- الارتباط البسيط والتمثيل البيانى لتابع الارتباط الذاتى:

فى البداية لا بد من توضيح مفهومى الارتباط البسيط corrélation والتمثيل البيانى لتابع الارتباط الذاتى corrélogramme.

١-١- الارتباط البسيط:

عندما يكون لسلسلتين زمنيتين تحرك مشترك نقول إنهما مرتبطتان والارتباط البسيط يقيس شدة العلاقة الموجودة بين الظاهرتين الممثلتين بالمتغيرين x وy. يمكننا التمييز بين الارتباط الخطى وذلك عندما تكون أزواج القيم (x,y) موزعة بشكل قريب حول خط مستقيم، وبين الارتباط غير الخطى حيث تتوزع تلك القيم بشكل غير منتظم وبمسافات متغايرة حول ذلك المستقيم.

يمكن للارتباط بين متغيرين أن يكون:

- إيجابياً، حيث الزيادة (أو النقصان) فى قيم أحد المتغيرين تصاحبها زيادة (أو نقصان) فى قيم المتغير الثانى.

- سلبياً، وذلك عندما يُصاحب الزيادة فى قيم أحد المتغيرين نقصان فى قيم المتغير الآخر.
- بدون ارتباط فى حال عدم وجود علاقة بين تغيرات قيم أحد المتغيرين وقيم المتغير الآخر.

١-١-١- قياس معامل الارتباط الخطى:

يمكننا من خلال التمثيل البيانى للظاهرتين المدروستين استيضاح وجود علاقة بينهما، ولكننا لا نستطيع قياس حدتها ومن أجل ذلك فإننا نستخدم مقياساً يسمى معامل الارتباط البسيط بين المتغيرين ونرمز له بالرمز ρ_{xy} وهو يساوى:

$$\rho_{xy} = \frac{Cov\,(x,y)}{\sigma_x\,\sigma_y} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})^2}\ \sqrt{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y})^2}}$$

$$\rho_{xy} = \frac{n\sum_{t=1}^{n} x_t y_t - \sum_{t=1}^{n} x_t \sum_{i=1}^{n} y_t}{\sqrt{n\sum_{t=1}^{n} x_t^2 - \left(\sum_{t=1}^{n} x_i\right)^2}\ \sqrt{n\sum_{t=1}^{n} y_t^2 - \left(\sum_{t=1}^{n} y_t\right)^2}}$$

مع اعتبار:

x_t و y_t = تمثلان قيم السلسلتين الزمنيتين فى اللحظة t؛

$Cov\,(x,y)$ = التباين المشترك بين x و y؛

σ_x و σ_y = الانحراف المعيارى للمتغيرين x و y على الترتيب؛

$\bar{x}$ و $\bar{y}$ = المتوسطات الحسابية للمتغيرين x و y على الترتيب؛

n = عدد المشاهدات.

يمكن البرهان على أن قيمة معامل الارتباط محصورة بين -١ و+١ وتكون:

- قريبة من +١ فى حالة الارتباط الإيجابى للمتغيرات.
- قريبة من -١ فى حالة الارتباط السلبى للمتغيرات.
- قريبة من الصفر عندما لا يكون هناك ارتباط بين المتغيرات.

عملياً، نادراً ما تكون قيمة معامل الارتباط قريبة جداً من الحدود المذكورة سابقاً ومن ثم فمن الصعب إعطاء تفسير فعال لها من خلال القراءة البسيطة لقيمتها ولذلك

فإننا نلجأ إلى نظرية الاختبارات الإحصائية لتجنب هذه المســألة حيث نقوم بحساب نسبة تسمى بالقيمة التجريبية لإحصاء ستيودنت ونرمز لها بالرمز t:

$$t_{cal} = \frac{|\rho_{x,y}|}{\sqrt{\frac{(1-\rho^2_{x,y})}{n-2}}}$$

فإذا كانت $t_{cal} > t_{lu}$ حيث t_{lu} القيمة المقروءة من جدول توزيع ســتيودنت عند $n - 2$ درجة حرية (فى حال كان عدد المشــاهدات أكبر من ٣٠ فإنه يمكننا اعتبار القيمة $t_{lu} = 2$)، فــإن معامــل الارتباط يكون مختلفــاً معنوياً عن القيمة صفــر أى ذو دلالة إحصائية وفى الحالة المعاكسة تكون فرضية كون معامل الارتباط معدوماً مقبولة.

ماذا يعنى القول مختلف معنوياً عن القيمة صفر؟

نقــوم عــادة بتحديد خطــر الوقوع فى الخطأ عبــر تأكيدنا أن معامــل الارتباط (الحقيقــى والمجهول) مختلف عــن القيمة صفر، وهذا الخطر يكون مقبولاً فى حدود (٥٪) (إمكانيــة الخطأ فــى ٥٪ من الحالات) ولكن كلما كانــت درجة الخطر المحددة ضعيفة؛ كان يقيننا مؤكداً بوجود الارتباط بين المتغيرين.

تكــون العلاقة بين المتغيرين عموماً معنوية إذا كان خطر الوقوع فى خطأ تأكيد أن معامل الارتباط مختلف عن الصفر أقل من (٥٪).

نعــرض فى الجدول رقم (١) مثالاً لكيفية حســاب معامــل الارتباط بين المبيعات الفصلية لمنتج ما (x_t) وبين مبالغ الإنفاق الفصلية على الدعاية والإعلان (y_t).

الجدول رقم (١) مثال لحساب معامل الارتباط (الملف C4EX1.XLS)

الفصل	x	y	x^2	y^2	$x\,y$
١	١٦	٢٠	٢٥٦	٤٠٠	٣٢٠
٢	١٨	٢٤	٣٢٤	٥٧٦	٤٣٢
٣	٢٣	٢٨	٥٢٩	٧٨٤	٦٤٤
٤	٢٤	٢٢	٥٧٦	٤٨٤	٥٢٨
٥	٢٦	٣٢	٦٧٦	١٠٢٤	٨٣٢
٦	٢٨	٣٢	٧٨٤	١٠٢٤	٨٩٦

تابع - الجدول رقم (١).

الفصل	x	y	x^2	y^2	$x y$
٧	٢٩	٢٨	٨٤١	٧٨٤	٨١٢
٨	٣١	٣٦	٩٦١	١٢٩٦	١١١٦
٩	٣٢	٤١	١٠٢٤	١٦٨١	١٣١٢
١٠	٣٤	٤١	١١٥٦	١٦٨١	١٣٩٤
المجموع	٢٦١	٣٠٤	٧١٢٧	٩٧٣٤	٨٢٨٦

$$\rho_{x,y} = \frac{(10)(8286) - (261)(304)}{\sqrt{(10)(7127) - 261^2}\ \sqrt{(10)(9734) - 304^2}} = 0.89$$

نحسب مؤشر اختبار ستيودنت: $t_{cal} = \frac{0.89}{\sqrt{\frac{1-0.89^2}{10-2}}} = 5.49 > t_{lu} = 2.306$

(حيث ٢,٣٠٦ تمثل القيمة الجدولية عند ٨ درجات حرية ومستوى دلالة ٥٪) ونخلص من ذلك إلى أن معامل الارتباط مختلف معنوياً عن القيمة صفر.

١-١-٢- محدودية مفهوم الارتباط:

أ- الارتباط لا يعنى السببية:

إن وجود معامل ارتباط مرتفع بين متغيرين لا يعنى وجود أية علاقة أخرى غير العلاقة الإحصائية. بمعنى آخر، وجود تباين مشترك مختلف معنوياً عن الصفر لا يقود إلى وجود علاقة اقتصادية أو فيزيائية أو غيرها. نسمى هذا النوع من الارتباط بالارتباط الدخيل الذى لا يمكن أن يفسر شيئاً.

المثال الأكثر شيوعاً لهذا الموضوع هو ظاهرة وجود الارتباط القوى بين عدد البقع الشمسية المشاهدة وبين معدل الجريمة فى الولايات المتحدة. وهذا بالطبع لا يعنى وجود علاقة بين هذين المتغيرين ولكن متغيراً ثالثاً وهو التطور الزمنى يشرح التحرك المشترك بين هاتين الظاهرتين.

ب - خطية العلاقة المختبرة:

لا يمكننا استخدام علاقات الحساب السابقة إلا من أجل اختبار الارتباط الخطى بين المتغيرات. فمعامل الارتباط المعدوم يشير إلى أن التباين المشترك بين المتغير x والمتغير y يساوى الصفر. وهذه النتيجة، أى معامل ارتباط معدوم، يمكن أن تتحقق أيضاً بالنسبة لمتغيرين مرتبطين بشكل كامل كما يبين المثال التالى. من المعروف أن معادلة الدائرة تعطى بالعلاقة $x^2 + y^2 = R^2$ ومن الواضح أن المتغيرين x وy مرتبطان تابعياً فيما بينهما، فى حين أن تباينهم المشترك معدوم ومن ثم ينعدم معامل الارتباط بينهما أيضاً.

لتجنب هذه المسألة، من المناسب إجراء تحويل على المتغيرات بشكل مسبق لحساب معامل الارتباط وذلك بهدف جعل العلاقة بين المتغيرين خطية ويعتبر التحويل اللوغاريتمى من الوسائل الشائعة الاستخدام فى تحويل المتغيرات.

١-٢- تابع الارتباط الذاتى وتمثيله البيانى:

يرتبط مفهوم الارتباط الذاتى بمفهوم الارتباط البسيط وهو لا يعنى الارتباط بين متغيرين اثنين إنما بين قيم السلسلة الزمنية الواحدة بفواصل زمنية محددة.

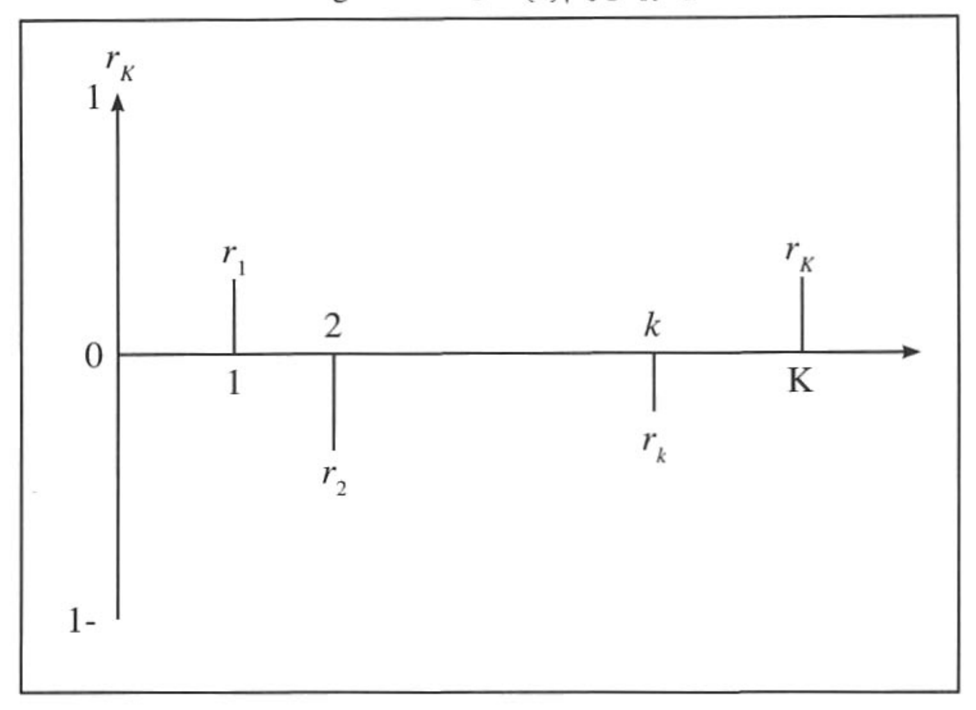
نسمى معامل ارتباط ذاتى من الدرجة ١، معامل الارتباط البسيط بين السلسلة الزمنية وبين السلسلة الزمنية المؤخرة فترة زمنية واحدة. يتم حساب معامل الارتباط الذاتى لعدة درجات من (٠) إلى (K) حيث تمثل هذه الأخيرة التأخير الزمنى الأعظمى الممكن (بشكل عام $\frac{n}{6} \leq K \leq \frac{n}{3}$ أو $K = \frac{n}{5}$ فى حال $n \geq 50$) وذلك لكى يكون لهذا المعامل معنى (الجدول ٢).

الجدول رقم (٢) مثال لحساب الارتباط الذاتى

الارتباط الذاتى	التأخير الزمنى		
$r_0 = 1$	0	..... n	$1,2,3,.....,t$
r_1	1	n - 1	$1,2,3,.....,t$ -1
r_2	2	n - 2	$1,2,3,.....,t$ -2
.....	.....	.....	
r_k	k	n - k	t - k
.....	.....	.....	
r_K	K	n - K	t - K

يسمى التمثيل البيانى لتابع الارتباط الذاتى (المشار إليه بالرمز FAC) بـ Corrélogramme وهو موضح بالرسم البيانى رقم (١).

الشكل البيانى رقم (١) مثال لـ Corrélogramme



يعطى معامل الارتباط الذاتى من الدرجة k بالعلاقة التالية:

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{n} (x_t - \bar{x}_1)\ (x_{t-k} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^{n} (x_t - \bar{x}_1)^2\ \sum_{t=k+1}^{n} (x_{t-k} - \bar{x}_2)^2}}$$

$$= \frac{\sum_{t=k+1}^{n} x_t\, x_{t-k} - (n-k)\ \bar{x}_1\ \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\sum_{t=k+1}^{n} x_t^2 - (n-k)\ \bar{x}_1^2\right)\ \left(\sum_{t=k+1}^{n} x_{t-k}^2 - (n-k)\ \bar{x}_2^2\right)}}$$

حيث

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{(n-k)} \sum_{t=k+1}^{n} x_t \qquad \bar{x}_2 = \frac{1}{(n-k)} \sum_{t=k+1}^{n} x_{t-k}$$

يســـمح اختبار المعنوية لمعامل الارتباط الذاتـــى بانتقاء معاملات الارتباط المختلفة معنوياً عن القيمة صفر ويتم هذا الاختبار بشكل مشابه لاختبار المعنوية لمعامل الارتباط البسيط حيث يتم حساب المؤشر $t_c = \frac{|r_k|}{\sqrt{1-r_k^2}}\sqrt{n-2}$. فإذا كان $t_c > t_{n-2}^{a/2}$ يكون معامل الارتباط الذاتى مختلفاً معنوياً عن القيمة صفر.

يسمح حساب r_k بالكشف عن العلاقات الداخلية فى السلسلة الزمنية، فعلى سبيل المثال يكون لسلسلة زمنية فصلية وقبل حذف المركبة الفصلية منها قيمة مرتفعة لمعامل الارتبـــاط الذاتى من الدرجة ١٢ أى r_{12} ومن خلال معرفة القيم لتابع الارتباط الذاتى يمكن الكشف عن السياق الداخلى المولد لهذه السلسلة. وهكذا فإن حساب معاملات الارتباط الذاتية تعتبر عملية ضرورية ومسبقة لعملية تحديد النموذج الرياضى لجميع الطرائق الداخلية.

هناك خاصتان يجب الإشارة إليهما فيما يتعلق بقيمة معامل الارتباط الذاتى:

- $r_o = 1$ (ارتباط تام لحدود السلسلة فيما بينها عند التأخير الزمنى الصفرى).
- $r_{-k} = r_k$ (تكـــون قيـــم الـــ Corrélogramme متطابقة لتأخيريـــن زمنيين متناظرين بالنسبة للفترة الأساس).

نســـمى التمثيل البيانى لتابع الارتباط الذاتى بـ Corrélogramme ومن المفضل أن نمثل على هذا الرسم البيانى مجال الثقة حول القيمة صفر $(\pm 2/\sqrt{n})$ مما يسمح بحذف كل الحدود غير المختلفة معنوياً عن القيمة صفر.

وهكـــذا فإنه فى حالة كـــون جميع قيم معاملات الارتبـــاط الذاتى متوضعة ضمن مجال الثقة، فإن مســـار السلســـلة يكون عشوائياً بشـــكل كامل أى يكون من المستحيل إيجاد قانون احتمالى إحصائى يشرح السياق المولد لهذه الظاهرة. نفصل فى الجدول (٣) التالى عمليات الحســـاب لمعامل الارتباط الذاتى من الدرجة ٢ أى الارتباط بين x_t وx_{t-2} وذلك للمعطيات المتعلقة بالمبيعات الفصلية.

الجدول رقم (٣) مثال لحساب معامل الارتباط الذاتي من الدرجة ٢

t	x_t	x_{t-2}	$(x_t - \bar{x}_1)\,(x_{t-1} - \bar{x}_2)$	$(x_t - \bar{x}_1)^2$	$(x_{t-2} - \bar{x}_2)^2$
١	١٠٥٧	١٢٤٨	١٩٥٣٦٠,٥٦	٤٣١١٦٢,٩٩	٨٨٥١٨,١٥
٢	٣١٥٩	١٣٩٢	٢٢٢٢٥٩,١٧–	٢٠٩٠٥٤٠,٤٧	٢٣٦٢٩,٨٤
٣	٨٩١	١٠٥٧	٤٠٢٣٤٩,٢٤	٦٧٦٣٩١,١٥	٢٣٩٣٣٦,٢٣
٤	١٠٦٥	٣١٥٩	١٠٤٥٢٩٢,٦٠–	٤١٩٩١٣,٢٨	٢٦٠٢٦٧٢,٨٢
٥	١١١٨	٨٩١	٣٩٠١٤٩,٥٦	٣٥٤٧٧٥,٠٥	٤٢٩٠٥١,٢٤
٦	٢٩٣٤	١٠٦٥	٥٨٦٧٠٠,٤٧–	١٤٩٠٧٦٧,٥٩	٢٣٠٠٨٩٩,٤٧
٧	١١٣٨	١١١٨	٢٤٦٢٣٩,٣٥	٣٣٠٦٥٩,٥٧	١٨٣٣٧٢,٣٤
٨	١٤٥٦	٢٩٣٤	٢٥٧١٣٢,٩٥–	٦٦١٦٧,٢٦	١٩٢٧٥٩٨,٨٤
٩	١٢٢٤	١١٣٨	١٩٩٢٩٧,٦٧	٢٣٩٠٥٢,٥٣	١٦٦١٥٤,١٢
١٠	٣٠٩٠	١٤٥٦	١٢٣٦٧٩,٤٢	١٨٩٦٠٤٦,٢٧	٨٠٦٧,٦٣
المجموع	١٧١٣٢,٣٠	١٤٤٥٨,٢٠	٩٠١٦٦٨,٢٣–	٧٩٩٥٣٧٦,١٧	٥٨٩٩٣٠٠,٦٨

من الجدول السابق نجد:

$$\bar{x}_1 = 1713.2 \qquad \bar{x}_2 = 1545.8$$

$$r_2 = \frac{\sum_{t=k+1}^{n} (x_t - \bar{x}_1)\,(x_{t-2} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^{n} (x_t - \bar{x}_1)^2 \sum_{t=k+1}^{n} (x_{t-2} - \bar{x}_2)^2}}$$

$$= \frac{-901668.23}{\sqrt{5899300.68}\ \sqrt{7995376.17}} = -0.13$$

ومن أجل $n = 10$ و$r_2 = -0.13$ تكون قيمة t_c مساوية لـ: $t_c = \frac{|r_k|}{\sqrt{1-r_k^2}}\sqrt{n-2} = 0.38$

وبالمقارنـــة مع القيمة الجدوليـــة نجد $t_c < t_{10-2}^{0.05/2}$. إذن يعتبر معامل الارتباط الذاتى غير مختلف معنوياً عن القيمة صفر.

يشـــير الجدول رقم (٤) إلى مجموعـــة القيم لتابع الارتباط الذاتـــى التى نقارنها مـــع القيمة المقروءة فى جدول توزيع ســـتيودنت من أجل مســـتوى دلالة (٥٪) وعند $n - 2$ درجـــة حرية. نلاحظ أن قيمة معامـــل الارتباط الذاتى من الدرجة ٤ هى القيمة الوحيـــدة المختلفـــة معنوياً عن القيمة صفر، وذلك لأن المعطيـــات فصلية ومن ثم فإن البروز الملاحظ يعود للمركبة الفصلية للمعطيات.

الجدول رقم (٤) حساب تابع الارتباط الذاتى

	r_k	n	t_c	درجات الحرية	القيمة الجدولية
٠	١	١٢	–	–	–
١	٠,٣٩٥-	١١	١,٢٩	٩	٢,٢٦٢
٢	٠,١٣٢-	١٠	٠,٣٨	٨	٢,٣٠٦
٣	٠,٣٩٢-	٩	١,١٣	٧	٢,٣٦٥
٤	٠,٩٥٢	٨	٧,٦٢	٦	٢,٤٤٧

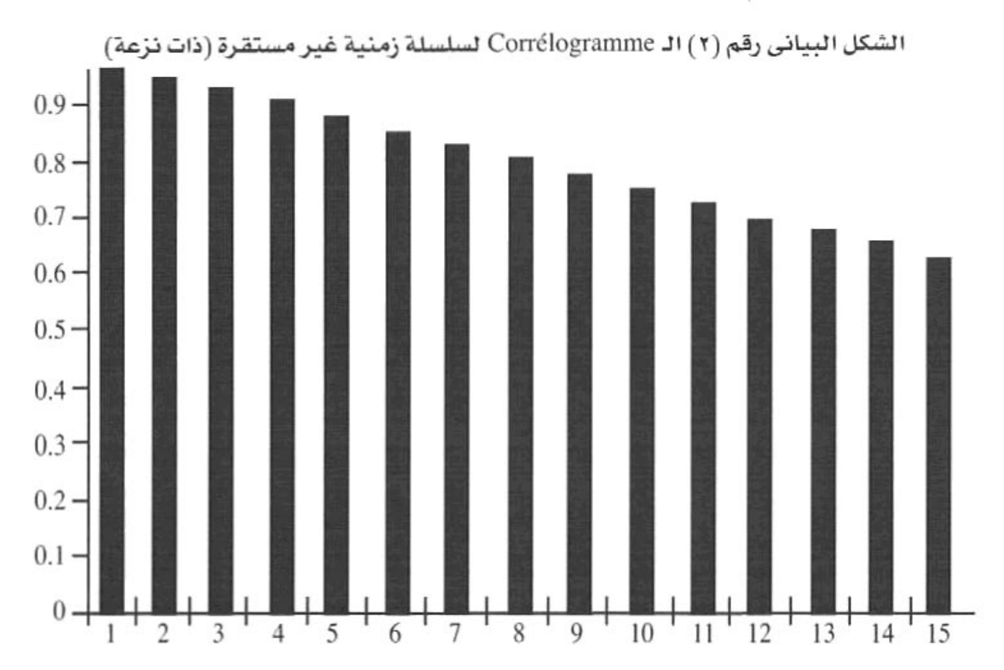
فى الطرائق المســـماة داخلية، عادة ما يتم تقسيم السلســـلة الزمنية إلى مكوناتها الأساســـية الثلاثة: مركبة الاتجاه العام أو النزعة والمركبة الفصلية ثم مركبة البواقى وذلك كمرحلة أولى ثم تأتى مرحلة التمديد الخارجى لكل مركبة بشكل منفصل وأخيراً إعادة تجميع هذه المركبات للحصول على التنبؤات المطلوبة.

فيما يتعلـــق بالتمديد الخارجى لمركبتى الاتجاه العام والفصلية فإن ذلك لا يفرض أية مشـــاكل أما فيمـــا يتعلق بالتمديد الخارجـــى لمركبة البواقى فهناك عدة وســـائل مختلفة لهذه الغاية وتســـتند جميعها إلى الدراسة المســـبقة للتمثيل البيانى للارتباط الذاتى Corrélogramme.

فـــى حال معالجة السلســـلة المخلصة مـــن التأثير الفصلـــى (أى التى تحتوى على مركبتـــى النزعة والبواقى فقط) بـــدلاً من معالجة مركبة البواقى، فإن الشـــكل العام

للـ Corrélogramme مشـــابه لسياق غير مســـتقر (أى أن متوسط السلسلة غير ثابت ويتحرك مع الزمن، وذلك لأن مركبة الاتجاه العام ما زالت موجودة فى السلسلة، انظر الشكل البيانى ٢) ومن ثم لا نستطيع الحصول على أية معلومات يمكن الاستفادة منها. لهذا الســـبب يكون ضرورياً إجراء الحسابات لتابع الارتباط الذاتى على السلسلة دون مركبتى الاتجاه العام والمركبة الفصلية.

الشكل البيانى رقم (٢) الـ Corrélogramme لسلسلة زمنية غير مستقرة (ذات نزعة)



وكمـــا ذكرنا ســـابقاً من الممكن عـــدم وجود أى حد من حـــدود Corrélogramme مختلف معنوياً عن القيمة صفر، وهذا من ثم يعنى أن السياق المولد للظاهرة هو سياق عشـــوائى بشـــكل خالص أى لا يمكن التنبؤ به. نخلص من ذلك إلى أن التنبؤ لا يمكن الحصول عليه إلا من خلال التمديد الخارجى لمركبة الاتجاه العام أو من خلال الصقل الآسى. بالمقابل اقترح بوكس وجانكينز طريقة أخرى لإجراء التنبؤ تستند إلى تحديد السياق التحتى المولد للظاهرة الممثلة بالسلسلة الزمنية للمبيعات.

١-٣- مقدمة فى طريقة بوكس وجانكينز:

فـــى حال كانت الحدود الأولى من الـ Corrélogramme مختلفة معنوياً عن القيمة صفـــر، يمكننا عندئذ إيجاد نموذج رياضى للبواقـــى أى إيجاد القانون المولد للظاهرة

المدروسة. هناك العديد من النماذج الرياضية الداخلية المتفاوتة الصعوبة[١] وسنعرض هنا فقط النماذج المعروضة فى طريقة بوكس وجانكينز وهى تتميز باستخدامات مهمة فى مجال التنبؤ.

لقد طور بوكس وجانكينز[٢] طريقة حقيقية للبحث المنتظم عن النموذج المناسب الممثل للظاهرة باستخدام التمثيل البيانى لتوابع الارتباط الذاتى أى لـ Corrélogramme. ولقد استندا إلى نمطين من النماذج الرياضية، نماذج الوسط المتحرك MA ونماذج الانحدار الذاتى AR أو إلى توفيق مشترك لكليهما.

١-٣-١- دراسة النماذج:

تسمح النماذج المسماة بنماذج ARMA بتمثيل معظم السياقات العشوائية المستقرة (Wold, ١٩٥٤) ومن ثم تغطى فئة واسعة جداً من مسارات السلاسل الزمنية، ويمكننا تمييز نمطين من هذه النماذج: نماذج الانحدار الذاتى AR ونماذج الوسط المتحرك MA وكل من هذه النماذج يتميز بتابع ارتباطه الذاتى البسيط (FAC) وبتابع ارتباطه الذاتى الجزئى (FAP).

إن مفهوم تابع الارتباط الذاتى الجزئى FAP أكثر تعقيداً من مفهوم تابع الارتباط الذاتى البسيط FAC وهو يمثل الارتباط بين x_t و x_{t-k} مع عزل تأثير المتغيرات x_{t-k-i} حيث $(i < k)$.

- **نماذج الانحدار الذاتى** Auto Regressive (AR):

يتكون الجزء الخاص بالانحدار الذاتى لسياق ما والمشار إليه بالرمز AR من توفيق خطى منتهى للقيم السابقة للسياق. ويُعرف السياق $AR(p)$ انطلاقاً من العلاقة العامة التالية:

$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + \dots + \phi_p x_{t-p} + a_t$$

حيث يمثل a_t سياق ضجة بيضاء غوصى. ويكون لدينا على سبيل المثال:

$$AR(1) : x_t = \phi_1 x_{t-1} + a_t$$
$$AR(2) : x_t = \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + a_t$$

(١) سوف يقتصر العرض فى هذا الكتاب على النماذج البسيطة ويمكن للقارئ العودة إلى Bourbonnais et Terraza (١٩٩٨) لمزيد من النماذج.

(٢) Box et Jenkins (١٩٧٦).

يتميز السياق $AR(p)$ بالخصائص التالية:

- لتابع ارتباطه الذاتى البسيط FAC شكلاً آسياً و/أو شكلاً جيبياً متخامداً.
- الحـــدود الـ p الأولى من تابع ارتباطـــه الذاتى الجزئى FAP تكون الوحيدة المختلفة معنوياً عن القيمة صفر.

- **نماذج الوسط المتحرك** Moving Average (MA):

يتكون الجزء الخاص بالوســـط المتحرك لســـياق ما المشـــار إليه بالرمز MA من توفيق خطى منتهى للقيم الســـابقة لســـياق ضجة بيضاء. ويُعرف الســـياق $MR(q)$ انطلاقاً من العلاقة العامة التالية:

$$x_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - ... - \theta_q a_{t-q}$$

حيث a_t تمثل سياق ضجة بيضاء غوصى. ويكون لدينا على سبيل المثال:

$$MA(1) : x_t = a_t - \theta_1 a_{t-1}$$
$$MA(2) : x_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

ويتميز السياق $MR(q)$ بالخصائص التالية:

- الحدود الـ q الأولى من تابع ارتباطه الذاتى البســـيط FAC تكون الوحيدة المختلفة معنوياً عن القيمة صفر.
- لتابع ارتباطه الذاتى الجزئى FAP شكلاً آسياً و/أو شكلاً جيبياً متخامداً.

يمكننا ملاحظة التشـــابه فى سلوكيات كل من تابع الارتباط الذاتى البسيط FAC لســـياق الانحدار الذاتى وتابع الارتباط الذاتى الجزئى FAP لسياق المتوسط المتحرك وكذلك تابع الارتباط الذاتى البســـيط FAP للوسط المتحرك مع تابع الارتباط الذاتى الجزئى FAC لســـياق الانحدار الذاتى. ويمكننا البرهان على تحقق الخاصة التالية: $AR(1) = MA(\infty)$ و $MA(1) = AR(\infty)$.

- **نماذج الانحدار الذاتى والوسط المتحرك ARMA**:

تمثل هذه النماذج خليطاً من نماذج الانحدار الذاتى ومن نماذج الوســـط المتحرك ويمكن تعريفها انطلاقاً من العلاقة التالية:

$$ARMA(p,q) : x_t = \phi_1 x_{t-1} + ... + \phi_p x_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - ... - \theta_q a_{t-q}$$

وكمثال عليها نذكر:

$$ARMA(1,1) : x_t = \phi_1 x_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$
$$ARMA(2,1) : x_t = \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

نلاحظ أن $ARMA(0,q) = MA(q)$ و $ARMA(p,0) = AR(p)$. يبين الجدول رقم (٥) الخصائص المميزة لهذه السياقات تبعاً للـ Corrélogramme.

- **شروط الاستخدام:**

يمكن استخدام النماذج AR وMA وARMA لتمثيل السياقات:

- المستقرة بالمتوسط (أى دون مركبة اتجاه عام).
- المصححة من التقلبات الفصلية.

الجدول رقم (٥) ملخص لخصائص توابع الارتباط الذاتى البسيط والجزئى

السياق	FAC	FAP
$AR(1)$	أسى متناقص $(\phi_1 > 0)$ أو جيبى متخامد $(\phi_1 < 0)$	بروز معنوى عند التأخير الأول: موجب إذا $(\phi_1 > 0)$ وسالب إذا $(\phi_1 < 0)$ والمعاملات الأخرى معدومة للتأخيرات أكبر من الواحد.
$AR(2)$	أسى متناقص أو جيبى وفقاً لإشارة ϕ_1 وϕ_2.	بروزات معنوية للتأخير الأول والثانى والمعاملات الأخرى معدومة للتأخيرات أكبر من ٢.
$AR(p)$	أسى متناقص و/أو جيبى	بروزات معنوية للتأخيرات الـ p الأولى والمعاملات الأخرى معدومة للتأخيرات أكبر من p.
$MA(1)$	بروز معنوى عند التأخير الأول: موجب إذا $(\theta_1 < 0)$ وسالب إذا $(\theta_1 > 0)$ والمعاملات الأخرى معدومة للتأخيرات أكبر من الواحد.	أسى متناقص $(\theta_1 > 0)$ أو جيبى متخامد $(\theta_1 < 0)$.
$MA(2)$	بروزات معنوية للتأخير الأول والثانى والمعاملات الأخرى معدومة للتأخيرات أكبر من ٢.	أسى متناقص أو جيبى وفقاً لإشارة θ_1 وθ_2.
$MA(q)$	بروزات معنوية للتأخيرات الـ q الأولى والمعاملات الأخرى معدومة للتأخيرات أكبر من q.	أسى متناقص و/أو جيبى.
$ARMA(1,1)$	هندسى متناقص اعتباراً من التأخير الأول والإشارة محددة بواسطة $\phi_1-\theta_1$.	أسى متناقص $(\theta_1 > 0)$ أو جيبى متخامد $(\theta_1 < 0)$.
$ARMA(P,q)$	أسى متناقص أو جيبى متخامد غير كامل بعد $(q - p)$ تأخيراً.	أسى متناقص أو جيبى متخامد غير كامل بعد $(p - q)$ تأخيراً.

١-٣-٢- السياقات المستقرة:

لا يمكننا تفسير التمثيل البيانى لتابع الارتباط الذاتى أى الـ Corrélogramme إلا إذا كانت السلسلة الزمنية مستقرة (أى دون مركبة اتجاه عام) ولمعرفة ذلك نلجأ إلى استخدام الاختبارات الإحصائية مثل اختبار Dickey-Fuller (١٩٧٩) واختبار Dickey-Fuller Augmented (١٩٨١) وفى حال تبين من الاختبارات الأخيرة أن السلسلة غير مستقرة يكون التساؤل حول نمط عدم الاستقرارية الموجود فى السلسلة. هناك نمطان، الأول يرمز له بالرمز Trend Stationary (TS) وهو يمثل عدم استقرارية من النمط الجبرى والثانى يرمز له بالرمز Differency Stationary (DS) ويتعلق بالسياقات غير المستقرة العشوائية. فإذا كانت السلسلة غير المستقرة من النمط TS، فإنه يمكن جعلها مستقرة من خلال إجراء انحدار لها على الزمن، ومن ثم يصبح ممكناً دراسة بواقى التقدير باستخدام طريقة بوكس - جانكينز وهذا يسمح بتحديد الدرجات p وq للأجزاء AR وMA لبواقى التقدير. النموذج فى هذه الحالة هو دائماً نموذج $ARMA(p,q)$.

أما إذا كانت السلسلة غير مستقرة من النمط DS، فإنه يجب جعلها مستقرة من خلال تحويلها بالتفاضل (أخذ الفروقات) وفقاً لدرجة تكامل محددة $I = d$ (تمثل d عدد مرات التفاضل الواجب إجراؤها لجعل السلسلة مستقرة). بعد ذلك ندرس السلسلة مأخوذة التفاضل وفقاً لطريقة بوكس وجانكينز مما يسمح بتحديد الدرجات p وq للأجزاء AR وMA. نشير لهذا النمط من النماذج بالرمز $ARIMA(p,d,q)$.

١-٣-٣- البحث عن التمثيل المناسب للمعطيات:

المقصود هنا هو البحث عن النموذج المناسب من بين النماذج $(ARMA,MA,AR)$ وهو يبدو أكثر ملاءمة لبيانات السلسلة المدروسة وبعد ذلك تحديد عدد درجات النموذج المختار أى p أو q أو p وq.

- التعريف بالنموذج:

تعتبر مرحلة التعريف بالنموذج المناسب من أهم المراحل وأصعبها وهى تعنى اختيار النموذج المناسب وتحديد درجاته. تستند الطريقة المتبعة من أجل ذلك إلى دراسة الـ Corrélogramme أى الارتباط الذاتى البسيط والجزئى.

تعتبر هذه المرحلة فى طريقة بوكس وجانكينز أساسية ووفقاً لها تتحدد الخطوات اللاحقة.

- **التقدير الإحصائى والتحقق من صلاحية النموذج:**

يستند تقدير مؤشرات النموذج إلى جعل تابع الإمكانية العظمى فى حدوده العليا فى حين أن التحقق من النموذج يتم من خلال:

- معامـلات النموذج التى يجب أن تكون مختلفـة معنوياً عن القيمة صفر (يمكن هنا تطبيـق اختبار سـتيودنت العادى). وفى حال كانت إحـدى المعاملات غير مختلفة عـن القيمة صفر، فإنه يجب البحث عـن نموذج آخر يأخذ بعين الاعتبار المعاملات للنموذج AR أو MA غير الصالحة.
- تحليل البواقى (أى الانحراف ما بين السلسـلة المشاهدة والسلسلة المتنبأ بها) وهذا يسمح بالتحقق فيما إذا كانت البواقى:
- ذات متوسط معدوم وفى الحالة المعاكسة فإنه يجب إضافة ثابت للنموذج المقدر.
- ممثلة لسياق ضجة بيضاء، وفى حال ثبت أن البواقى لا تمثل سياق ضجة بيضاء فـإن ذلك يعنى أن تعريف النموذج غير كامل وينقصه إضافة درجة على الأقل إلى السياق الأصلى.

تتميز مرحلة التحقق من صلاحية النموذج بأهميتها، وتستلزم فى كثير من الحالات العودة إلى مرحلة تعريف النموذج.

- **التنبؤ:**

بعـد التحقق من صلاحية النموذج المختار يمكننـا إجراء التنبؤ لمجال زمنى محدد وليكـن h وهذا المجال يخضع فى طوله لتباين خطأ التنبؤ الذى يزداد كلما ازداد طول مجال التنبؤ.

يجب أن نشير هنا إلى أنه فى مرحلة جعل السلسلة مستقرة كنا قد أجرينا تحويلاً ما على معطيات السلسلة، ومن ثم فعند إجراء التنبؤ لهذه السلسلة لا بد من أخذ هذه التحويلات بعين الاعتبار وإجراء عملية معاكسة لها للحصول على تنبؤات معقولة.

- ففى حال اسـتخدامنا للانحدار الخطى لعزل واحدة أو أكثر من مكونات السلسـلة الزمنية المقدرة بواسـطة طريقة المربعات الصغرى العادية MCO فإننا نجرى عملية تمديد خارجى لهذه المركبات حتى المجال الزمنى المختار، ومن ثم نضيف هذه القيم إلى القيم المتنبأ بها بواسطة النموذج ARMA.
- أما إذا كنا قد حذفنا المركبة الفصلية بشـكل مسـبق، فإنه يجب علينا إعادة المركبة الفصلية لسلسلة المبيعات وذلك للحصول على تنبؤات خام.

يشـــار أخيراً إلى أن هذه النماذج من النمط ARIMA لاقــت نجاحاً كبيراً وتفرّع عنها أنماط أخرى من النماذج بتســميات مختلفة مثل ARCIMA وARFIMA و.... وتُستخدم فى مجالات مالية محددة. كما يُبرهن على أن الصقل الآسى ليس إلا حالة خاصة من النموذج ARIMA.

يمثل الرســم التوضيحى رقم (١) آلية العمل فى طريقة بوكس - جانكينز، وتعتبر عمليــة تفحص الـ Corrélogramme المصدر المعلوماتى الوحيد بيد القائم على التنبؤ لمساعدته فى اختيار النموذج الصحيح.

فإذا أوحى الـ Corrélogramme بنموذج محدد فإن ذلك يُسهل طريقة التنبؤ ولكن فى معظم الحالات نواجه عدداً كبيراً من النماذج المرشحة ومن ثم لا بد من اختبار كل واحدة منها للوصول إلى النموذج الأنســب. هناك بعض الوسائل المستخدمة فى هذا المجال وتشتمل على بعض المعايير لإجراء المقارنة بين النماذج المرشحة.

الرسم التوضيحى رقم (١) منهجية طريقة بوكس - جانكينز

السلسلة X_t: تحليل الرسم البيانى للسلسلة والـ Corrélogramme

تحليل المركبة الفصلية

اختبار Dickey-Fuller

أخذ الفروقات إذا كان SD | إجراء انحدار على الزمن إذا كان TS

السلسلة Y_t المستقرة

تحليل الـ Corrélogramme البسيط والجزئى

تحديد الدرجات p وq للسياق ARMA

تقدير المعاملات

اختبار ستيودنت للمعاملات وحذف غير المعنوية منها

اختبار البواقى وهل تمثل سياقات ضجة بيضاء؟

لا: إضافة درجات جديدة p أو q | نعم

التنبؤ بواسطة ARMA

إعادة السلسلة إلى وضعها الأصلى عبر عكس التحويلات

من خلال العرض السابق نجد أن المستخدِم لطريقة بوكس وجانكينز غالباً ما يجد نفسه ضائعاً بين النتائج وأمام عدد كبير من الخيارات مما يؤدى إلى فقدان الكثير من الجهد البشرى والآلى للتحقق من كل حالة ومدى ملاءمتها للمعطيات المدروسة بهدف تحسين جودة التنبؤ. ومن ثم فإن هذه الطريقة تبدو صعبة فى إدارتها من طريقة الصقل الآسى على الرغم من عدم اليقين من الوصول إلى جودة أفضل فى التنبؤ، وهذا يُفسر ندرة استخدام هذه الطريقة لدى المنشأة وعدم اشتمالها فى البرمجيات الجاهزة، ومن ثم اقتصار التعامل معها لدى الباحثين فى المجالات الاقتصادية الجزئية كمعطيات الأسواق المالية (الأسهم، معدلات الفائدة، ...) التى تتميز بتردداتها الكبيرة (يوم أو حتى ساعة).

فى هذه الطريقة الداخلية للتنبؤ أى الاعتماد على السلسلة نفسها من خلال تقنيات الصقل الأسى أو طريقة بوكس - جانكينز يتم إجراء معالجة متسلسلة لعدد كبير من السلاسل الزمنية ولكن فى حالة المعالجة الآلية يكون التدخل البشرى محدوداً.

لا يمكن استخدام هذه الطريقة فى التنبؤ إلا من أجل السياقات الثابتة نسبياً وذات التأثير المحدود بالحالة الاقتصادية العامة أو بالسياسات التسويقية للمنشأة التجارية. وهناك بعض المنتجات فى قطاع الاستهلاك الكبير لها هذه الخصائص ولكن بالمقابل فإن المنتجات الصناعية المرتبطة بشدة بالبيئة الاقتصادية التى تلعب فيها المنافسة دوراً مهماً لا يمكن معالجتها بهذه التقنية.

فى إطار نظام إدارة المخزون يسمح نظام تحليل السلاسل الزمنية بمعالجة سريعة لعدد كبير من المنتجات، ويمكن أيضاً من خلاله إجراء تنبؤات مكلفة بعض الشىء ولكنها ذات دقة متناهية جداً.

ومن ثم فإنه يمكن من خلال البرنامج الآلى معالجة السلاسل الزمنية للمبيعات وإعطاء التنبؤ المطلوب عند المجال الزمنى المرغوب والمحدد من قبل المستخدِم الذى يمكن ألا يكون ملماً بإدارة النظام.

هذه الميزة للمستخدِم تقابلها نقطة ضعف واضحة تتمثل فى التغير المفاجئ بالوضع الاقتصادى (الانتقال من مرحلة النمو إلى مرحلة الركود الاقتصادى أو العكس) الذى لا يمكن التنبؤ به. بالإضافة إلى ذلك، لا يمكن الأخذ بعين الاعتبار بشكل فعال لتأثير الحالة الاقتصادية أو النفقات الدعائية على التنبؤات الناتجة.

لمحاولة تخطى هذه العقبات نستخدم الطرائق الخارجية التى تسمح بإجراء توقعات حول التقلبات فى الحالة الاقتصادية (الانتقال من مرحلة النمو إلى مرحلة

الركـود الاقتصادى أو العكـس) وتجيز إدخال المتغيرات الأخـرى المتوقع أن تؤثر فى سلسلة المبيعات المراد التنبؤ بها.

٢- الطريقة الخارجية لإجراء التنبؤ:

يتلخص الإطار العام للطرائق الخارجية المسـتخدَمة للتنبؤ فى البحث عن سلاسل زمنية خارجية تفسـر تقلبات السلسـلة الزمنية المراد التنبؤ بها. سـنعرض فى هذا الجـزء المفاهيم النظرية الأساسـية[1] ثم نبحـث فى الجزء الثانى (الاسـتخدام فى القطاعات) كيفية اسـتثمار هذه التقنيـات انطلاقاً من أمثلة تطبيقية لمعطيات تخص بعض القطاعات.

هنـاك العديد مـن المتغيرات الاقتصاديـة المرتبطة فيما بينها بعلاقـة ما والمثال التقليـدى الأكثر وضوحاً هو ذلك المتعلق بالعلاقة الموجودة بين الاسـتهلاك والدخل. ونحن هنا لن نسـتعرض أمثلة للعلاقة الموجـودة بين المتغيرات الاقتصادية الكلية كون ذلك لا يشـكل الهـدف من هذا الكتاب، ولكن فى المقابل يوجد ضمن قطاع النشـاط التجارى للسـوق أو للمنشأة علاقات يمكن أيضاً توضيحها. هناك الكثير من الأمثلة التى سـنراها عند اسـتعراضنا للفصول المتعلقة بالتطبيقات فى القطاعات المختلفة. فالتقلبـات فى حركة المبيعات يمكن تفسـيرها بتزايد الطلب على السـكن، بمعدلات الفائدة، بالنفقات الدعائية، بالشـروط المناخية، بعمليات الترويج للمبيعات، .... هذه المجموعـة مـن المعطيات يتم متابعتها مـن قبل رجال المنشـأة الاقتصاديين ومن قبل القائمين على إجراء التنبؤ ومن قبل أصحاب المنتَج.

الغاية مما سـنعرضه الآن هى عرض الطرائق المتعلقة بالانحدار البسيط والمتعدد ونستطيع من خلالها:

- الحصول على تقدير كمى دقيق إلى حد ما عن العلاقة بين السلسلة التى نرغب فى إجراء التنبؤ لها وبين السلاسل الأخرى التفسيرية.
- تحديـد مقدار الدقـة لهذا التقدير الكمـى بهدف معرفة درجـة الثقة التى يجب إعطاؤها للعناصر التفسيرية.

٢-١- مفهوم توفيق البيانات ونموذج الانحدار البسيط:

لقد رأينا سابقاً أن معامل الارتباط يدل على درجة العلاقة الموجودة بين سلسلتين

(١) يمكن للقارئ المهتم بطرائق الاقتصاد القياسى العودة إلى كتاب (٢٠٠٠) Bourbonnais.

زمنيتين، وعند التأكد من وجود هذه العلاقة فإننا نحسب مؤشراً كمياً يمثل شدة هذه العلاقة بين المتغيرين الاقتصاديين (المبيعات والعامل التفسيرى لتقلب المبيعات على سبيل المثال).

يمكننا التعبير عن العلاقة بين هذين المتغيرين بواسطة العلاقة التالية:

$$V_t = a_1 x_t + a_0 + \varepsilon_t$$

حيث a_0 وa_1 تمثلان المعاملات المجهولة للعلاقة.

V_t تمثل سلسلة المبيعات أو السلسلة الواجب تفسيرها.

x_t تمثل المتغير أو السلسلة التفسيرية (المتغير الخارجى).

ε_t هى الحد العشوائى الممثل للمتغيرات الأخرى ذات العلاقة بتقلبات المبيعات وغير المحتواة فى النموذج. وهى تمثل سياقاً غوصياً أى يحقق الفرضيات الأساسية: التوقع الرياضى للخطأ معدوم $(E(\varepsilon_t) = 0)$، التباين الثابت للخطأ $(V(\varepsilon_t) = \sigma_\varepsilon^2)$ واستقلالية الأخطاء $(E(\varepsilon_t, \varepsilon_t') = 0)$ من أجل $t \neq t'$.

يتضمن المبدأ الأساسى لتوفيق البيانات بواسطة طريقة المربعات الصغرى (طريقة الانحدار) اختيار a_0 وa_1 كمقدرات للنموذج بحيث يكون مجموع مربعات الأخطاء بين القيم المصححة (المضبوطة) $(\hat{y}_t)$ بواسطة المتغير التفسيرى x_t والمشاهدات الحقيقية y_t فى حدوده الدنيا، أى:

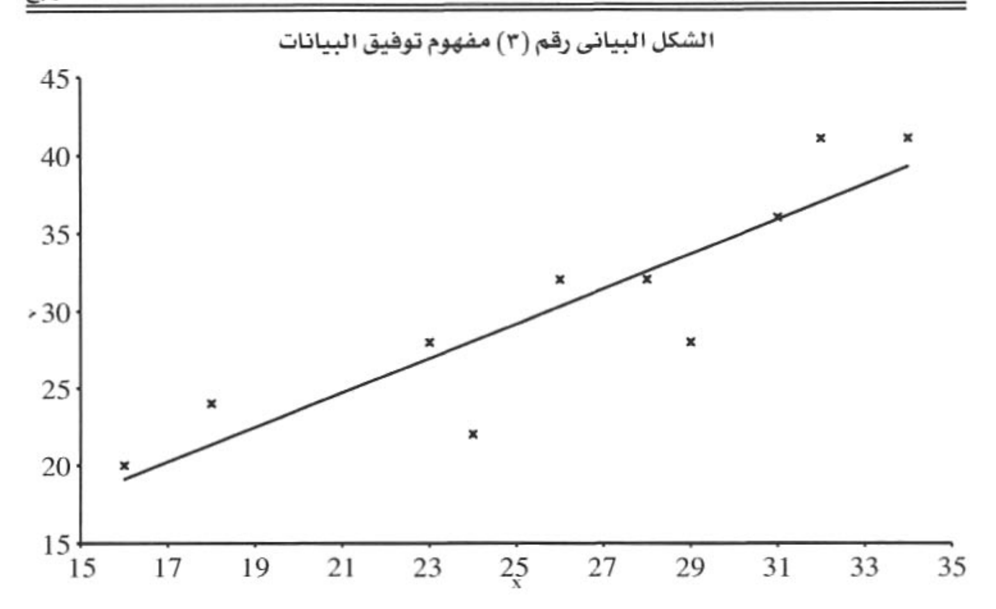
$$Min\left(\sum_{t=1}^{n} \varepsilon_t^2\right) = Min\left(\sum_{t=1}^{n} (y_t - \hat{y}_t)^2\right)$$

تكون القيمة الدنيا للمقدار السابق محققة عندما:

$$\hat{a}_1 = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} (y_t - \bar{y})(x_t - \bar{x})}{\sum_{t=1}^{t=n} (x_t - \bar{x})^2}, \quad \hat{a}_0 = \bar{y} - \hat{a}_1 \bar{x}$$

يبين الشكل البيانى رقم (٣) مفهوم توفيق البيانات للمعطيات المعروضة فى الجدول رقم (١).

الشكل البيانى رقم (٣) مفهوم توفيق البيانات



ويكــون هنــاك دائماً خطأ مرتبــط بتقدير المعاملات a_0 وa_1 وهــذا الخطأ يقاس بالانحــراف المعيارى، ومن ثم لا بد من تحديد مقدار هذا الخطأ والتأكد من أنه ليس كبيراً كى لا تكون العلاقة المكتشفة بين المتغيرين موضع شك. سنشرح فى الفقرة ٢ , ٣ اختباراً إحصائياً يسمح لنا بمعرفة فيما إذا كانت قيمة هذين المؤشرين مختلفة معنوياً عن القيمة صفر أم لا (إذا كانت قيمة المعامل مساوية للصفر فذلك يعنى غياب التأثير للمتغير التفسيرى الموافق).

هذا النموذج ذو المتغير التفســيرى الواحد يبدو الأبســط لعلاقات يمكن أن تكون أكثر تعقيداً ولذلك من المفضل أخذ أكثر من متغير تفســيرى واحد بعين الاعتبار فى النموذج المدروس.

٢-٢- النماذج ذات المتغيرات التفسيرية - الاقتصاد القياسى:

تحتــوى النماذج المســتخدمة فى العلوم الاقتصادية على أكثر من متغير تفســيرى خارجى واحد، وتُستخدم الطرائق الاقتصادية القياسية لتقدير إجمالى معاملات هذا النموذج، وهى تربط بين المتغير التابع (الواجب تفسيره) والمتغيرات الأخرى الخارجية المستقلة (التفسيرية). على سبيل المثال:

$$y_t = a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + a_3 x_{3t} + a_0 + \varepsilon_t$$

يمثل نموذجاً بثلاثة متغيرات تفسيرية x_{1t}، x_{2t} وx_{3t} وأربعة معاملات a_0، a_1، a_2 و a_3.

يمثل الخطأ ε_t الانحراف بين النموذج النظرى الممثِل للظاهرة وبين القيم المشاهدة على إجمالى العينة ولذلك هذا الخطأ مجهول. نرمز لتقدير هذا الخطأ بالرمز (e_t) ويسمى بالبواقى (الفرق بين قيم المبيعات المقدرة $(\hat{y}_t)$ بواسطة المتغيرات التفسيرية وبين المشاهدات y_t).

يكتب النموذج المقدر بالطريقة التالية:

$$y_t = \hat{a}_1\, x_{1t} + \hat{a}_2\, x_{2t} + \hat{a}_3\, x_{3t} + \hat{a}_0 + e_t$$

قيم المؤشرات المقدرة هى $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$ وe_t تمثل البواقى أى الفرق بين القيم المشاهدة والقيم المصححة: $e_t = y_t - \hat{y}_t$ حيث $\hat{y}_t = \hat{a}_1\, x_{1t} + \hat{a}_2\, x_{2t} + \hat{a}_3\, x_{3t} + \hat{a}_0$.

تتشابه طريقة التقدير للنموذج بعدة متغيرات مع تلك الخاصة بمتغير تفسيرى واحد أى دائماً بالاستناد إلى تصغير مجموع مربعات الأخطاء إلى حده الأدنى، إلا أن علاقات الحساب تصبح أكثر تعقيداً وننتقل من فضاء متغيرين اثنين إلى فضاء ذى k+1 متغيراً حيث تمثل k عدد المتغيرات التفسيرية. يمكن استخدام البرنامج إكسل لإجراء هذا التقدير وسنرى ذلك لاحقاً فى الفقرة (٤،٢).

يمكن لنماذج التقدير أن تكون متزامنة، أى أن المتغيرات جميعها مرتبطة بالفترة الزمنية نفسها ولكن عملياً وعند استخدامنا لمعطيات شهرية أو حتى أسبوعية يمكن لتأثير المتغيرات أن يكون منزاحاً (متأخراً) زمنياً، فتأثير الدعاية أو إجراء الحسومات يمكن أن يستمر لشهرين أو لثلاثة أشهر وفقاً لفترة رد الفعل. وللحصول على العلاقة الصحيحة بين المتغيرات يمكن استخدام نماذج التحليل الزمنى التأخيرى. نُعرّف هنا نموذجاً من هذا النمط:

$$y_t = a_1\, x_{1,t-\theta_1} + a_2\, x_{2,t-\theta_2} + a_3\, x_{3,t-\theta_3} + a_0$$

حيث تمثل θ_i التأخيرات الزمنية بين كل من المتغيرات $x_{i,t}$ والسلسلة y_t.

يسمح استخدام النماذج التأخيرية بإجراء وصف أكثر دقة لآليات السببية من خلال تحديدها الكمى الدقيق لتأثيرات العناصر التفسيرية، وتسمح كذلك بتوقع حدوث تغيرات فى الحالة الاقتصادية من خلال استخدامها للمؤشرات الزمنية اللاحقة وهذه الأخيرة تعتبر ذات أهمية كبيرة للقائم على التنبؤ.

٢-٣- التفسير الإحصائى للنموذج:

بعد انتقاء النموذج المناسب للتنبؤ وإجراء التقدير الإحصائى له تأتى مرحلة التحقق من مـــدى ملاءمته الإحصائية ومن أجل ذلك يتم اســـتخدام مجموعة من الاختبارات الإحصائية المرتبطة بالنموذج المقدر.

ولقد جرت العادة على عرض النموذج المقدر مع الاختبارات الإحصائية للمعاملات المقدرة وكيفية التحقق من معنويتها الإحصائية على النحو المعيارى التالى:

$$y_t = \underset{(t_{\hat{a}_1}^1)}{\hat{a}_1} x_{1t} + \underset{(t_{\hat{a}_2}^2)}{\hat{a}_2} x_{2t} + \underset{(t_{\hat{a}_3}^3)}{\hat{a}_3} x_{3t} + \underset{(t_{\hat{a}_0}^0)}{\hat{a}_0} + e_t$$

$DW = ...$
$R^2 = ...$
$n = ...$

يشـــتمل هذا النموذج على ثلاثة متغيرات خارجية وتبقى المعالجة المستخدَمة بدون تغيير بالنسبة للنماذج ذات المتغيرات أكثر من ثلاثة.

تمثل $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$ القيم المقدرة لمعاملات النموذج.

و$t_{\hat{a}_1}, t_{\hat{a}_2}, t_{\hat{a}_3}, t_{\hat{a}_0}$ تمثل مؤشرات اختبار ستيودنت.

DW هى اختبار داربين واتسون Durbin et Watson

R تمثل معامل التحديد (معامل الارتباط المتعدد).

وn عدد المشاهدات.

- **معاملات النموذج** $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$:

تمثل هذه المعاملات أوزاناً أو تثقيلات نسبية لكل عنصر من العناصر أو المتغيرات التفسيرية وهذه المعاملات ليست إلا تقديرات للمعاملات الحقيقية المجهولة وذلك لأننا نمتلك فقط عينة من المشاهدات المتوافرة وليس كل المشاهدات. وتعتبر هذه المعاملات متغيرات عشـــوائية مرتبطة بانحراف معيارى وتمثل التأثير للمتغيرات التفسيرية على الظاهرة المراد تفسيرها أى على المبيعات.

فى حالة النماذج الأخرى المختلفة بشـــكل بســـيط عن النموذج الســـابق كتلك التى نضيف إليها متغيراً تفسيرياً جديداً أو أن نستبدل متغيراً تفسيرياً بآخر، فإن التقدير

الجديد لمعاملات الانحدار $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$ سيكون مختلفاً عن السابق، فحساب معاملات الانحدار يأخذ بعين الاعتبار العلاقات المتداخلة الموجودة بين المتغيرات التفسيرية ومن ثم فإن ذلك يقود إلى تغيرات فى تقدير هذه القيم.

- **مؤشرات اختبار ستيودنت** $(t_{\hat{a}_1}, t_{\hat{a}_2}, t_{\hat{a}_3}, t_{\hat{a}_0})$:

يُعتبر كل معامل من المعاملات المقدرة متغيراً عشوائياً ولذلك يرتبط بخطأ ما عند تقديره. وهذا الخطأ يقاس بالانحراف المعيارى، وكلما كان تقدير المعامل ذا تشتت كبير (أى قيمة مرتفعة للانحراف المعيارى مقارنة مع قيمة المعامل)؛ كان تأثير المتغير التفسيرى الموافق مشكوكاً فيه. يمثل مؤشر اختبار ستيودنت النسبة ما بين معامل الانحدار $(\hat{a}_i)$ وبين انحرافه المعيارى $(\hat{\sigma}_{\hat{a}_i})$. وتتبع هذه النسبة قانون توزيع ستيودنت وتسمح باختبار فيما إذا كانت قيمة المعامل المقدر مختلفة معنوياً عن القيمة صفر(أى فيما إذا كان المتغير التفسيرى يشرح جزءاً من التقلبات فى المبيعات) أو مساوية للصفر. فى الحالة الأخيرة يجب حذف المتغير التفسيرى من معادلة الانحدار كون تأثيره معدوماً فى تقلبات المبيعات.

يتم إجراء الاختبار بالطريقة التالية:

إذا كانت $t_{\hat{a}_i} > t_{lu}^{a/2}$ حيث $t_{lu}^{a/2}$ تمثل القيمة المقروءة من جدول توزيع ستيودنت عند $n - k - 1$ درجة حرية ودرجة ثقة a فإن المعامل a_i للمتغير x_i سيكون مختلفاً بشكل معنوى عن القيمة صفر، ومن ثم فإن هذا المتغير يساهم فى شرح التقلبات فى أرقام المبيعات.

فى الحالة المعاكسة نقبل فرضية العدم أى أن المتغير x_i لا يفسر أى من التقلبات فى أرقام المبيعات.

فى حال كان عدد المشاهدات أكبر من (٣٠)، فإننا نعتبر $t_{lu} = 2$. أما درجة الثقة المعتبرة فإنها عادة ما تكون (٥٪) وذلك يعنى قبول الخطأ فى (٥٪) من الحالات).

حالة خاصة:

فيما يتعلق بالحد الثابت a_0، لا نعطى أهمية لواقع كونه غير مختلف معنوياً عن القيمة صفر وفى الحالات العملية لا نختبره إحصائياً.

- **اختبار داربين واتسون Durbin et Watson (DW):**

لقد بينت التجربة أن نماذج الانحدار المقدرة للسلاسل الزمنية الاقتصادية تُظهر بعض الارتباط الزمنى بين القيم المتتالية للحد الممثل لأخطاء التقدير. بالمعنى الاحتمالى فإن ذلك يعنى أن الأخطاء مرتبطة ذاتياً أو أن الخطأ الحاصل عند الزمن t له تأثير على الخطأ الحاصل فى الزمن $t + 1$. لقد قام الباحثان داربين وواتسون فى عام ١٩٥١ بإنشاء اختبار إحصائى لهذه الغاية له الشكل التالى:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{n}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}$$

وحيث e_t تمثل البواقى (الفقرة ٢-٢).

لاختبار فرضية الارتباط الذاتى للأخطاء، قام داربن وواتسون بوضع جداول للقيم الحرجة[1] عند مستوى دلالة (٥٪) تبعاً لحجم العينة n ولعدد المتغيرات التفسيرية k. تعطى قراءة الجدول قيمتين d_1 وd_2 محصورتين بين (٠ و٢).

وفقاً للقيمة التجريبية للإحصاء DW (القيمة المحسوبة) يمكننا استنتاج التالى:

- إذا $DW < d_1$ فإننا نرفض فرضية الاستقلالية ونقبل بارتباط ذاتى للأخطاء.
- إذا $d_1 < DW < d_2$ نكون فى منطقة عدم التحديد فى الجدول ولذا يكون هناك شك.
- إذا $d_2 < DW < 4\text{-}d_2$ فإننا نقبل فرضية الاستقلالية للأخطاء.
- إذا $4\text{-}d_2 < DW < 4\text{-}d_1$ نكون فى منطقة عدم التحديد من الجدول ومن ثم يكون هناك شك.
- إذا $4\text{-}d_1 < DW$ نرفض فرضية الاستقلالية ونقبل بارتباط ذاتى سلبى للأخطاء.

بالنسبة لحالات الشكل فإننا عملياً نفسرها بعدم وجود ارتباط ذاتى للأخطاء.

يبين الرسم التوضيحى رقم (٢) القواعد المتبعة فى اتخاذ القرار.

(١) الجداول معروضة فى نهاية الكتاب.

الرسم التوضيحى رقم (٢) تفسير اختبار داربين واتسون

0	d_1	d_2	2	$4 - d_2$	$4 - d_1$	4
ارتباط ذاتى موجب	شك	لا ارتباط ذاتياً		شك	ارتباط ذاتى سلبى	

هناك العديد من الأسباب لوجود الارتباط الذاتى نذكر منها:

- تعريف غير مناسب للنموذج فبدلاً من أن تكون العلاقة خطية بين المتغيرات فى النموذج يمكن أن تكون لوغاريتمية أو مأخوذة الفرق الأولى.
- غياب متغير تفسيرى مهم.
- صقل البيانات. وهذه الظاهرة تتضح فى تأثير Slutzky[(١)] (خلق حلقة اصطناعية فى السلسلة). فتطبيق فلتر الوسط المتحرك على البيانات له أثر مباشر فى التأثير على اختبار داربين واتسون ومن ثم إمكانية توليد ارتباط ذاتى اصطناعى بين الأخطاء.

لا يُعطى اختبار داربين واتسون فى معظم الحالات إلا افتراضاً لوجود ارتباط ذاتى بين البواقى من الدرجة الأولى (أى ارتباط بين ε_t وε_{t-1}) دون البحث عن علاقات من درجات أعلى (٢ أو ٣ أو ٤). ومن ثم فإن هذا الاختبار يبقى ذا فائدة محدودة ويمكن الاستعانة بالتمثيل البيانى لسلسلة البواقى أو بحساب الـ corrélogramme.

- **معامل التحديد** (R^2):

يقيس معامل التحديد جودة توفيق النموذج المقدر وهو يساوى النسبة بين التباين المشروح بواسطة السلاسل التفسيرية وبين التباين الكلى. وهو لا يُعطى حكماً مسبقاً على الجودة الحقيقية للنموذج، ومن ثم على التنبؤ الناتج فهو يرتبط بعدد المتغيرات التفسيرية للنموذج، فعلى سبيل المثال تكون قيمة معامل التحديد لنموذج ذات خمسة متغيرات تفسيرية وخمس مشاهدات مساوية للواحد (خمس معادلات بخمسة مجاهيل) فى حين أنه فى الحقيقة ليس لهذا النموذج أى فعالية إحصائية ومن ثم لا يمكن الأخذ بالتنبؤ الناتج عنه. بالمقابل من الممكن الوصول إلى نموذج ممتاز مع قيمة (٠,٥) لمعامل التحديد. إذن لا يقيس معامل التحديد إلا جودة توفيق النموذج بالنسبة لتشتت نقاطه البيانية حول المستقيم الممثِل للبيانات.

---

(١) Slutzky (١٩٣٧).

- **مثال لتفسير الانحدار:**

ليكن لدينا النموذج المقدّر التالى:

$$y_t = \underset{(2.1)}{3.4}\, x_{1,t} + \underset{(0.8)}{5.8}\, x_{2,t} + \underset{(4.4)}{7.4}\, x_{3,t} + \underset{(7.1)}{3} + e_t$$

$$n = 54$$
$$R^2 = 0.84$$
$$DW = 1.79$$
$$(.) = ratio\ de\ Student$$

يتضح من نتائج التقدير أن المتغير التفسيرى $x_{2,t}$ ليس معنوياً حيث نسبة ستيودنت الخاصـــة به تســاوى (٠,٨) وهى أقل بكثير مــن القيمة الجدوليــة ٢. بالمقابل فإن المتغيرات التفســيرية $x_{1,t}$ و $x_{3,t}$ مختلفة بشــكل معنوى عن القيمة صفر، ومن ثم يجب حــذف المتغير التفســيرى الثانى من معادلــة الانحدار ومن ثم إعــادة تقدير النموذج المتبقى من جديد.

النتائج لتقدير النموذج الجديد بعد حذف المتغير الثانى هى على النحو التالى:

$$y_t = \underset{(2.8)}{2.6}\, x_{1,t} + \underset{(7.5)}{6.5}\, x_{3,t} + \underset{(1.4)}{4.12} + e_t$$

$$n = 54$$
$$R^2 = 0.81$$
$$DW = 1.88$$
$$(.) = ratio\ de\ Student$$

نلاحظ من نتائج التقدير الجديدة ما يلى:

- انخفاض خفيف فى معامل التحديد بسبب سحب متغير تفسيرى من معادلة الانحدار.
- تعديل فى قيم المعاملات الجديدة مقارنة بالقيم السابقة.
- ازدياد فى نســب ســتيودنت للمتغيرات التفسيرية وبشــكل خاص للمتغير التفسيرى الثالث ممــا يعنى ارتباطاً مهماً بين المتغير الثانى والثالث (فكلاهما يشــرح الظاهرة نفسها). إن عملية حذف المتغير الثانى قد حسّنت بشكل كبير تقدير المعامل الثالث.

- نسبة ستيودنت للحد الثابت أقل من ٢ ومن ثم فإن المعامل a_0 لا يختلف بشكل معنوى عن القيمة صفر وهذا كما ذكرنا سابقاً ليس بالأمر المهم.
- لا تدل قيمة اختبار داربين واتسون على وجود ارتباط ذاتى فى بواقى التقدير (من خلال النظر إلى القيم الجدولية وعند $k = 2$ نجد $d_1 = 1.49$ و$d_2 = 1.64$) مما يكون فى صالح استقلالية الأخطاء ومن ثم ملاءمة النموذج.
- معامل التحديد يشير إلى توفيق صحيح للمشاهدات.

الخلاصة يمكن القبول بهذا النموذج لإجراء التنبؤ.

٢-٤- أمثلة للتقدير الاقتصادى القياسى بواسطة تقنيات البرنامج إكسل:

ليكن لدينا النموذج الاقتصادى التالى المكوّن من معطيات شهرية لمتغير المبيعات الواجب تفسيره وثلاثة متغيرات تفسيرية ذات صلة بالمتغير التابع (الجدول ٦) وهذه البيانات تغطى فترة ثلاث سنوات:

- ventes = حجم مبيعات المنشأة المصححة من التقلبات الفصلية أى CVS.
- promo = المنفق على عمليات الترويج للمبيعات والمقاس بآلاف الفرنكات الفرنسية.
- pub = الإنفاق على الإعلان والدعاية والمقاس بآلاف الفرنكات الفرنسية.
- trend = التطور الطبيعى[1] للمبيعات ممثلاً فى مركبة الاتجاه العام.

الجدول رقم (٦) المبيعات، التخفيضات والدعاية (ملف *C4EX2.XLS*)

التاريخ	ventes	promo	pub	trend	التنبؤ
السنة ١-ك٢	٧٢٨١	٥٩٧	٣١٠٩	١	٥٥٧١.٢٧
شباط	٩١٦٣	٢١٣٩	٢٦٧	٢	٧٣١٥.٩٠
آذار	٧٧٦٩	٨٥٩	٢٥٤٩	٣	٦٣٥٠.٨٥
نيسان	٨٤٨٥	٧١٧	٥٠٨٣	٤	٦٧٢١.٩٠
أيار	٧٦٠٦	٢٠٢٣	٤٠٥١	٥	٨٦٩٤.٦٤
حزيران	٧٣٦٤	١٨٦٣	٨٢٦	٦	٧٤١٣.٠٠

(١) نمو الطلب الأولى.

تابع - الجدول رقم (٦).

التاريخ	ventes	promo	pub	trend	التنبؤ
تموز	٦٧١١	١٢٩٣	٤٥٩٠	٧	٧٩٨١٫٢٣
آب	٢٤٠٧	٦٠٢	١١٧	٨	٥٢٢٩٫٤٣
أيلول	٤٨٦٢	١٧٠٢	٣٣٨٨	٩	٨٢٨٦٫٤٥
ت١	١١٤٦٤	٣٨٩١	٢٦٦٨	١٠	١١٨٤١٫٧٤
ت٢	١٠٢٩١	٣٩٦٨	٢٦١٥	١١	١٢٠٤٨٫٠٦
ك١	٩٧٨٩	٢٨٦٧	١١٢٠	١٢	٩٧٧٧٫٩٠
السنة ٢-ك٢	٨٠٨٢	٢٥٠	٥٩٤٨	١٣	٧٠٦٨٫٤٨
شباط	٨٦٦٣	٣٤٢	١٧١٥	١٤	٥٨٩٠٫١٨
آذار	٧٧٢٠	٨٢٢	٣٦٦	١٥	٦٣٤٢٫٩٩
نيسان	٧٨٥٩	٥٨٤	٦٠٠٥	١٦	٧٩٣٤٫٦٠
أيار	٦٩٣٦	٨١٣	١١٥	١٧	٦٤٢٩٫١٩
حزيران	٦٢٩٢	٠	٠	١٨	٥١٠٨٫٥٢
تموز	٧٥٧٢	٠	٢٣٣٦	١٩	٥٩٩٠٫٤٠
آب	٣٥٨٨	١٠٧٧	٠	٢٠	٧١١٨٫٨٣
أيلول	٧١٥٢	٨٧٤	٦٧٤	٢١	٧٠٩٦٫٥٦
ت١	١٠٦٧٢	٢٩٧٨	٥	٢٢	١٠٥٢٥٫٢١
ت٢	٨٥٢٢	١٠٦٦	٧٣٣٨	٢٣	٩٨٥٧٫١٧
ك١	٨٦٨٨	٣٠	٤٠٣٦	٢٤	٧٠٨٤٫٠٩
السنة ٣-ك٢	٥٧٧٢	٨٠٣	٥٢٨١	٢٥	٨٩٠٦٫٠٤
شباط	٧٦٨٢	١٩٨٤	١٨٨٧	٢٦	٩٨٥٣٫٥٧
آذار	٨٨١٤	١٠٤٤	١١٥	٢٧	٧٧٥٩٫٠٥
نيسان	١٠٨٦٤	٣١٢٣	٠	٢٨	١١٣٣٢٫٢٧

تابع - الجدول رقم (٦).

التاريخ	ventes	promo	pub	trend	التنبؤ
أيار	٥٤٦١	٥٧٢	٤٣٤٨	٢٩	٨٥٧٦,٠٠
حزيران	١٣١٠٩	٤٤٨٣	٦٩	٣٠	١٣٨٤٤,٧٦
تموز	١٦٦٤٩	٥٣٢٨	٥٠١٢	٣١	١٧٠٣٥,٩٥
آب	١٢٤٦٧	٣٨٩٠	٧١	٣٢	١٣٠٢٩,٧٤
أيلول	١٨٢٧٧	٦٣٤٨	٢١٢٨	٣٣	١٧٩٧٦,٩٧
ت١	٢٠٨٣٦	٧٢١٠	٣٨٧٩	٣٤	٢٠١٢٠,٢١
ت٢	١٨٢٥٣	٣٧٩٠	٣٧٨٢	٣٥	١٤٣٩٤,٠٠
ك١	١٧٤٨٣	٣٦٧٨	٦١٥٢	٣٦	١٥٠٩٧,٨٢
السنة ٤-ك٢		٥٩٧	٣١٠٩	٣٧	٨٩٥١,٥٣
شباط		٢١٣٩	٢٦٧	٣٨	١٠٦٩٦,١٦
آذار		٨٥٩	٣٥٤٩	٣٩	٩٧٣١,١١
نيسان		٧١٧	٥٠٨٣	٤٠	١٠١٠٢,١٦
أيار		٢٠٣٣	٤٠٥١	٤١	١٢٠٧٤,٩٠
حزيران		١٨٦٣	٨٢٦	٤٢	١٠٧٩٣,٢٥
تموز		١٣٩٣	٤٥٩٠	٤٣	١١٣٦١,٤٩
آب		٦٠٣	١١٧	٤٤	٨٦٠٩,٦٩
أيلول		١٧٠٢	٣٣٨٨	٤٥	١١٦٦٦,٧١
ت١		٣٨٩١	٢٦٦٨	٤٦	١٥٢٢٢,٠٠
ت٢		٣٩٦٨	٢٦١٥	٤٧	١٥٤٢٨,٣٢
ك١		٢٨٦٧	١١٣٠	٤٨	١٣١٥٨,١٦

- استخدام الدالة "DROITREG":

الجدول رقم (٧) نتائج استخدام الدالة DROITREG

٣٤١٨	١,٦٩٢٢	٠,٢٣٧٣	٩٣,٨٩٦٠
٧٣١,٤	٠,١٩٦٠	٠,١٤٢٧٦	٣٤,٥٢٩٧
N/A	N/A	١٨٧٠,١٧١٧	٠,٨١٨١
N/A	N/A	٣٢	٤٧,٩٩٠٤
N/A	N/A	١١١٩٢١٣٥٠,٤	٥٠٣٥٤٦٠٦٨,٦
نسبة ستيودنت ٤,٦٧	٨,٦٣	٢,٣٦	٩٣,٨٩/٣٤,٥٣=٢,٧٢

الجدول رقم (٨) أسماء المؤشرات الموافقة للجدول رقم (٧) السابق

$\hat{a}_0$	$\hat{a}_1$	$\hat{a}_2$	$\hat{a}_3$
$\hat{\sigma}_{\hat{a}_0}$	$\hat{\sigma}_{\hat{a}_1}$	$\hat{\sigma}_{\hat{a}_2}$	$\hat{\sigma}_{\hat{a}_1}$
N/A	*N/A*	$\hat{\sigma}_{\varepsilon}$	R^2
N/A	*N/A*	درجات الحرية	F^*
N/A	*N/A*	*SCR*	*SCT*

تظهر القيم المقدرة للمعاملات على السطر الأول من الجدولين (٧ و٨) أسفل كل معامل وفى السطر الثانى تظهر قيم الانحراف المعيارى الموافقة كما نلاحظ وجود قيمة معامل التحديد $R^2 = 0.81$ فى تقاطع العمود الرابع والسطر الثالث. أما عدد درجات الحرية فيساوى $36 - 4 = 32$ ويظهر فى تقاطع العمود الثالث مع السطر الرابع.

تم وضع قيم مؤشرات اختبار ستيودنت أسفل الجدول ٧ وتعنى الإشارة N/A عدم وجود قيمة فى ذلك المكان.

نعرض هنا بعض الصيغ الرياضية لمؤشرات تم عرضها فى الجدولين السابقين:

- الانحراف المعيارى للبواقى: $$\hat{\sigma}_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n - k - 1}} = 1870.17$$

- القيمة التجريبية لاختبار فيشر: $F^* = \dfrac{R^2/k}{(1 - R^2) / (n - k - 1)}$

- مجموع المربعات الكلى: $SCT = \sum_{t=1}^{n} (y_t - \bar{y})$

- مجموع مربعات البواقى: $SCR = \sum_{t=1}^{n} e_t^2$

- **استخدام أدوات توضيح إضافية:**

يمكن أيضاً الحصول على النتائج نفسها ولكنها مفسرة بشكل أفضل من خلال الجداول النفعية الموجودة ضمن البرنامج إكسل فى القائمة وتحت اسم "outil" (الجدول ٩).

مما تجدر الإشارة إليه إلى أن أى تعديل فى المعطيات الموجودة فى ورقة العمل سيؤدى إلى تعديل آلى فى نتائج استخدام الدالة "DROITREG" ولكن ليس على الجداول النفعية outil.

- **التفسيرات الإحصائية الاقتصادية والتنبؤ:**

يلاحظ أن نسب ستيودنت جميعها أكبر من ٢ ومن ثم فإن قيم معاملات المتغيرات التفسيرية مختلفة بشكل معنوى عن القيمة صفر مما يعنى مساهمة المتغيرات التفسيرية فى شرح التقلبات فى أرقام المبيعات.

الجدول رقم (٩) نتائج التقدير المفصلة

مؤشرات الانحدار			
معامل التحديد المتعدد		٠,٩٠	
معامل التحديد $\hat{R}_2$		٠,٨٢	
معامل التحديد المصحح $\hat{R}_2$		٠,٨٠	
الخطأ المعيارى		١٨٧٠,١٧	
عدد المشاهدات		٣٦	
	المعاملات	الخطأ المعيارى	الإحصاء t
الثابت	٣٤١٨,٣٩	٧٣١,٣٩	٤,٦٧
PROMO	١,٦٩	٠,٢٠	٨,٦٣
PUB	٠,٣٤	٠,١٤	٢,٣٦
TREND	٩٣,٩٠	٣٤,٥٣	٢,٧٢

نلاحظ كذلك أن أكثر المتغيرات التفسيرية مساهمةً فى شرح التقلبات فى أرقام المبيعات هو متغير ترويج المبيعات (التخفيضات) حيث قيمة مؤشر ستيودنت تساوى (٨,٦٣) وهى الأكثر ارتفاعاً، وهذا المتغير هو أيضاً الأكثر مردودية حيث كل وحدة نقدية تُستخدم فى هذا المجال تؤدى إلى زيادة (١,٦٩) وحدة من المبيعات فى حين أن كل وحدة نقدية مستثمرة فى الإعلان تؤدى إلى (٠,٣٤) وحدة مبيعات.

يمكننا الآن حساب التنبؤ للمبيعات بالاستناد إلى القيم المعلومة للمتغيرات التفسيرية وذلك من خلال النموذج التالى:

$$VENTE = 3418.39 + 1.69\ PROMO + 0.34\ PUB + 93.90\ TREND$$

فمن أجل التنبؤ لشهر كانون الثانى للعام الرابع، يكون لدينا:

$$PREVISION_{4J} = 3418.39 + 1.69\ PROMO_{4J} + 0.34\ PUB_{4J} + 93.90\ TREND_{4J}$$

$$= 3418.39 + 1.69 \times 597 + 0.34 \times 3109 + 93.90 \times 37 = 8951.53$$

وهكذا من أجل باقى القيم.

٢-٥- اختيار المتغيرات التفسيرية:

غالباً ما يواجه القائم على التنبؤ فى المنشأة التجارية مشكلة تتعلق بانتقائه للمتغيرات التفسيرية الواجب إدخالها فى النموذج المستخدَم للتنبؤ وحيث هناك بعض المتغيرات التى تحمل المعلومات نفسها بخصوص شرح التقلبات فى أرقام المبيعات والتى لا يمكن إدخالها جميعاً فإننا هنا سنستعرض أربع طرائق تسمح بهذا الانتقاء. وبشكل عام يتم انتقاء المتغيرات بحيث:

- تكون أكثر ارتباطاً بمتغير المبيعات.
- تكون الأقل ارتباطاً فيما بينها.

سنشرح هذه الطرائق من خلال المعطيات المعروضة فى الجدول رقم (١٠) التالى.

الجدول رقم (١٠) كيفية انتقاء المتغيرات التفسيرية (الملف *C4EX3.XLS*):

y_t	x_{1t}	x_{2t}	x_{3t}
١٢	٢	٤٥	١٢١
١٤	١	٤٣	١٣٢
١٠	٣	٤٣	١٥٤
١٦	٦	٤٧	١٤٥
١٤	٧	٤٢	١٢٩
١٩	٨	٤١	١٥٦
٢١	٨	٣٢	١٣٢
١٩	٥	٣٣	١٤٧
٢١	٥	٤١	١٢٨
١٦	٨	٣٨	١٦٣
١٩	٤	٣٢	١٦١
٢١	٩	٣١	١٧٢
٢٥	١٢	٣٥	١٧٤
٢١	٧	٢٩	١٨٠

- **طريقة إجراء كل الانحدارات الممكنة:**

الطريقة الأكثر يقيناً تقضى بتقدير كل الانحدارات الممكنة واختبارها، ومن ثم اختيار الأكثر فعالية ومناسبة للمعطيات، إلا أن هذه الطريقة تصبح أحياناً شبه مستحيلة بسبب كثرة المتغيرات التفسيرية.

فعندما يصبح عدد المتغيرات التفسيرية k كبيراً فإن ذلك يترتب عليه إجراء $2^k - 1$ معادلة انحدار أى (١٠٢٣) معادلة انحدار فى حالة وجود (١٠) متغيرات تفسيرية و(١٠٤٨٥٧٥) معادلة انحدار فى حالة (٢٠) متغيراً تفسيرياً.

بالنسبة للمعطيات المعروضة فى الجدول رقم (١٠) يكون لدينا $2^3 - 1 = 7$ نماذج مختلفة واجب تقديرها ولكى نخفف من العرض الجدولى فى هذا الفصل، فإننا لن نعرض جميع النتائج وسيتم اتباع الطريقة التالية فى اختيار النموذج الأمثل:

- حذف كل نموذج تكون فيه قيمة واحد على الأقل من المتغيرات التفسيرية غير مختلفة بشكل معنوى عن القيمة صفر (دون اعتبار الحد الثابت).
- الاختيار من بين النماذج المتبقية، النموذج الذى يعطى القيمة الأكبر لمعامل التحديد.

مـــن خلال مثالنا يمكن للقارئ التأكد مـــن أن النموذج الأمثل هو ذلك الذى يحتوى على المتغيرات x_{1t} و x_{2t}.

- **طريقة الحذف المتتابع** (Backward Elimination):

تســتند هذه الطريقة إلى إجراء حذف متسلسل للمتغيرات غير التفسيرية، بحيث بعـد كل حذف يُعـاد التقدير من جديد علـى المتغيرات المتبقيـة ومعيار الحذف هو النظر إلى القيمة التجريبية لمؤشر ستيودنت ومقارنتها مع القيمة الجدولية. لا يمكن اســتخدام هذه الطريقة إلا إذا كانت المعادلة الأولـى ممكنة التقدير فعلياً وهذا ليس دائماً ممكناً ففى بعض الحالات، عندما يكون عدد المتغيرات التفســيرية كبيراً، يكون هناك احتمال كبير لوجود ارتباطات شـديدة بين المتغيرات التفسيرية فيما بينها أو ما يسمى بظاهرة colinéarité.

الانحدار الأول:

	$\hat{a}_0$	$\hat{a}_1$	$\hat{a}_2$	$\hat{a}_3$
المعامل	٣٢,٨٩١٣	٠,٨٠١٩	٠,٣٨١٤-	٠,٠٣٧١-
الانحراف المعيارى	١١,٦٦	٠,٣٠	٠,١٦	٠,٠٥
مؤشر ستيودنت t	٢,٨٢	٢,٦٩	٢,٤٤	٠,٧١

المتغير الثالث ليس معنوياً $(t_{cal} = 0.71 < 2)$ ومن ثم سيتم حذفه من النموذج.

	$\hat{a}_0$	$\hat{a}_1$	$\hat{a}_2$
المعامل	٢٥,٨٤٢١	٠,٧١٤٩	٠,٣٢٨١-
الانحراف المعيارى	٦,٠٦	٠,٢٧	٠,١٣
مؤشر ستيودنت t	٤,٢٦	٢,٦٨	٢,٤٤

كل المتغيرات الآن مختلفة بشــكل معنوى عن القيمــة صفر، ومن ثم يكون النموذج المقدر هو النموذج المناسب.

- **طريقة الإدخال المتتابع** (Stepwise Regression):

فى هذه الطريقة نتجه اتجاهاً معاكساً حيث يتم انتقاء المتغيرات التفسيرية واحداً بعد الآخر حسب درجة مساهمتها فى شرح التقلبات فى المتغير التابع. ففى بدء الأمر

نختار المتغير التفسيرى الأكثر ارتباطاً بسلسلة المبيعات، وبعد ذلك يتم إدخال المتغير الذى يشرح أكبر قدر ممكن من التباين لسلسلة المبيعات وذلك وفقاً لمعيار مؤشر ستيودنت وتتوقف عملية إدخال المتغيرات عند عدم بقاء أى متغير تفسيرى يشرح التقلبات فى المتغير التابع أى المبيعات.

- المرحلة ١: اختيار المتغير التفسيرى الأكثر ارتباطاً بمتغير المبيعات. من أجل ذلك نحسب معاملات الارتباط بين المبيعات وكل من المتغيرات الثلاثة وكذلك نحسب مؤشر ستيودنت الموافق (الفقرة ١-١-١):

	x_{1t}	x_{2t}	x_{3t}
الارتباط	٠.٧٢	٠.٦٩-	٠.٤٨
مؤشر ستيودنت	٣.٨٨	٣.٦١	٢.٠٥

نعتمد المتغير الأول الأكثر ارتفاعاً فى معامل ارتباطه مع المتغير التابع.

- المرحلة ٢: إجراء التقدير الإحصائى لنموذجين، باعتماد المتغيرين التفسيريين الأول والثانى للنموذج الأول والأول والثالث للنموذج الثانى.

$$y_t = a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + a_0 + \varepsilon_t$$

	$\hat{a}_2$	$\hat{a}_1$	$\hat{a}_0$
المعامل	٠.٣٢٨١-	٠.٧١٤٩	٢٥.٨٤٢١
الانحراف المعيارى	٠.١٣	٠.٢٧	٦.٠٦
قيمة مؤشر ستيودنت	٢.٤٤	٢.٦٨	٤.٢٦

$$y_t = a_1 x_{1t} + a_3 x_{3t} + a_0 + \varepsilon_t$$

	$\hat{a}_3$	$\hat{a}_1$	$\hat{a}_0$
المعامل	٠.٠٢٣٢	٠.٩٢٧٢	٨.٦٠٩٢
الانحراف المعيارى	٠.٠٦	٠.٣٥	٧.٢٨
قيمة مؤشر ستيودنت	٠.٤٢	٢.٦٢	١.١٨

المتغير الثانى المنتقى (أى $x_{2,t}$) هو ذلك المتغير الذى له القيمة المطلقة الأكبر لمؤشر ستيودنت.

- المرحلـة ٣: تقدير النموذج بثلاثة متغيرات، الأول والثانى (للذين تم انتقاؤهم أولاً) والمتغير الثالث (الوحيد المتبقى)، أى:

$$y_t = a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + a_3 x_{3t} + a_0 + \varepsilon_t$$

لدينا سابقاً النتيجة للتقدير الأخير من خلال طريقة الحذف المتتالى، ومن ثم تتوقف الطريقة هنا؛ لأن المتغير الثالث غير معنوى من وجهة نظر مؤشر اختبار ستيودنت، ونكون بصدد اعتماد النموذج نفسه الذى تم انتقاؤه بواسطة الطرائق السابقة.

- **طريقة الانحدار بدرجات** (Stagewise Regression) (الملف *C4EX4.XLS*):

تسمح هذه الطريقة بالبحث عن المساهمات الهامشية ولكن المعنوية لكل متغير من المتغيرات التفسيرية المرشحة.

وكما هو الحال فى الطريقة السابقة، نأخذ المتغير التفسيرى ذا العلاقة الأشد مع متغير المبيعات ومن ثم فإننا نجرى انحداراً أولياً ينتج عنه سلسلة البواقى وهذه الأخيرة تعتبر متغيراً تابعاً جديداً يجب تفسيره. بعد ذلك ننتقى المتغير التفسيرى الأكثر ارتباطاً بمتغير البواقى السابق ونجرى انحداراً جديداً بمتغيرين مما ينتج عنه متغير بواقى جديد ونحاول تفسيره بمتغير تفسيرى آخر وهكذا ... .

- المرحلة ١: انتقاء المتغير التفسيرى الأكثر ارتباطاً بمتغير المبيعات.

نحسب من أجل ذلك معاملات الارتباط البسيطة بين المبيعات وكل من المتغيرات التفسيرية، وكذلك مؤشر ستيودنت لكل متغير وبنتيجة هذه العملية نختار المتغير التفسيرى الأول كونه الأكثر ارتباطاً بمتغير المبيعات.

- المرحلة ٢: نجرى تقديراً للنموذج المتضمن المتغير التفسيرى الأول ونحسب سلسلة البواقى.

$$y_t = \hat{a}_1 x_{1t} + \hat{a}_0 + e_{1t}$$

$$e_{1t} = y_t - (\hat{a}_1 x_{1t} + \hat{a}_0)$$

$$y_t = 1.0118\, x_{1t} + 11.57 + e_{1t}$$

تسمح لنا المعاملات المقدرة بحساب البواقى e_{1t}:

$$e_{1t} = y_t - (1.0118\, x_{1t} + 11.57)$$

فعلى سبيل المثال يكون لدينا:

$$e_{1,1} = 12 - (1.0118 \times 2 + 11.57) = -1.59$$
$$e_{1,2} = 14 - (1.0118 \times 1 + 11.57) = 1.42$$

....

$$e_{1,14} = 21 - (1.0118 \times 7 + 11.57) = 2.35$$

- المرحلة ٣: حساب معاملات الارتباط البسيطة بين $e_{1,t}$ ومختلف $x_{i,t}$.

	$x_{1,t}$	$x_{2,t}$	$x_{3,t}$
الارتباط	٠,٠٠	-٠,٥٣	-٠,١٠
مؤشر ستيودنت t	٠,٠٠	٢,٣٢	٠,٣٩

المتغير الثانى هو المنتقى هنا حيث معامل ارتباطه يعتبر الأكثر ارتفاعاً بالقيمة المطلقة.

نلاحظ أن معامل الارتباط بين $e_{1,t}$ و$x_{1,t}$ معدوماً؛ لأن المتغير $e_{1,t}$ يمثل سلسلة المبيعات التى منها سحبنا تأثير $x_{1,t}$.

- المرحلة ٤: تقدير النموذج بمتغيرين تفسيريين الأول والثانى ثم حساب البواقى.

$$e_{2,t} = y_t\, (\hat{a}_1\, x_{1,t} + \hat{a}_2\, x_{2,t} + \hat{a}_0)$$

تسمح لنا المعاملات المقدرة بحساب البواقى $e_{2,t}$:

$$e_{2,t} = y_t - (0.71\, x_{1,t} + 0.33\, x_{2,t} + 25.84)$$

فيمكننا على سبيل المثال حساب:

$$e_{2,1} = 12 - (0.71 \times 2 + 0.33 \times 45 + 25.84) = -0.51$$
$$e_{2,2} = 14 - (0.71 \times 1 + 0.33 \times 43 + 25.84) = 1.55$$

....

$$e_{2,14} = 21 - (0.71 \times 7 + 0.33 \times 29 + 25.84)$$

- المرحلة ٥: حساب معاملات الارتباط البسيطة بين $e_{2,t}$ وجميع المتغيرات $x_{i,t}$.

	$x_{i,t}$	$x_{i,t}$	$x_{i,t}$
الارتباط	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,١٦-
مؤشر ستيودنت t	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٦٠

هنا تتوقف هذه الطريقة بسبب عدم وجود أى معامل ارتباط مختلف معنوياً عن القيمة صفر بين متغير البواقى والمتغيرات التفسيرية الأخرى.

يسمح تحليل البواقى فى كل مرحلة باستخلاص أكبر قدر ممكن من المعلومات عن المتغيرات التفسيرية من خلال تخفيض الارتباطات الداخلية بين هذه المتغيرات إلى الحد الأدنى. وهذا مبرر اقتصادياً بشكل كامل، فيمكن لصناعة ما أن تكون مرتبطة (٦٠٪) بقطاع أول و(٣٠٪) بقطاع آخر و(١٠٪) بقطاع أخير، ومن ثم فإن التفسير بواسطة البواقى للقطاع الثانى يصبح جلياً بعد استخلاص التفسير من القطاع الأول أما تأثير القطاع الثالث فيصبح أكثر وضوحاً على بواقى الـ (٩٠٪) التى سبق أن تم شرحها. إذن يمكننا تبيان التفسيرات الهامشية ولكن المعنوية لكل من المتغيرات التفسيرية.

تعتبر أدوات الاقتصاد القياسى مفيدة فى هذا المجال فهى لا تبحث فقط عن شرح التغيرات فى السلسلة نفسها إنما فى تقلبات سلاسل زمنية أخرى نعتقد فى تأثيرها حدسياً. وتسمح هذه الأدوات باختبار واضح للعلاقات الممكنة بشكل ضمنى.

إحدى سلبيات هذا النوع من الأدوات تكمن فى صعوبة وضعها موضع التنفيذ، إلا أن استخدام البرامج الجدولية يخفف من هذه السلبية ويجعل تدخل المستخدم مقتصراً فقط على صياغة النموذج المناسب ومن ثم التأكد من مدى صلاحيته واختيار المتغيرات التفسيرية.

الجزء الثانى

استخدام التنبؤ فى القطاعات المختلفة

بعد تجهيز الأدوات المناسبة لإجراء التنبؤ تأتى مرحلة استخدام تلك الأدوات فى القطاعات المختلفة. وسوف نبدأ مع القطاع الصناعى (الفصل الخامس) الذى يعتبر من المجالات المناسبة لاستخدام النماذج التفسيرية، وبشكل خاص بالنسبة للسلع الصناعية الوسيطية ذات العلاقة بالقطاعات النهائية المستعملة لتلك السلع التى تسمح باستخدام النماذج ذات المؤشرات التقديمية. ومن خلال هذا الفصل سنتعمق فى طريقة صياغة النموذج وسنعرض مثالاً كاملاً للنموذج ذى المؤشرات التقديمية.

نخصص (الفصل السادس) لقطاع السلع الاستهلاكية المعمرة وسندرس الخصائص النوعية لهذا القطاع، مثل وجود سوق مضاعف لهذا النوع من السلع، وسوق التجهيز الأولى من السلعة وسوق الاستبدال وكذلك خاصية إدخال بعض الحوادث الاستثنائية التى تحدث قرارات استثمارية من قبل قطاع العائلات. سنعرض مثالاً متكاملاً يتعلق بقطع الغيار والتجهيزات فى سوق السيارات.

نعالج فى (الفصل السابع) بعض أوجه التنبؤ بالمبيعات الخاصة بالسلع ذات الاستهلاك الكبير، حيث سنشرح تأثير منحنى حياة المنتج على هذا النوع من السلع، فمسائل التنبؤ مرتبطة بشكل كبير بوضع المنتَج ضمن دورة حياته، كما سيتم إدخال السياسة التسويقية للمنشأة فى النموذج المدروس مما يقود إلى الأخذ بعين الاعتبار تأثير بعض الأحداث الخاصة مثل تلك المتعلقة بسياسة ترويج المبيعات والدعاية، وسيكون هناك شرح متكامل لنظام التنبؤ الأسبوعى لمنشأة تعمل فى هذا القطاع.

نخصص (الفصل الثامن) للتنبؤ بالمبيعات باستخدام قواعد المعطيات الضوئية (Scanners) المأخوذة من مشتريات المستهلكين فى المجمعات الاستهلاكية الكبيرة، والغاية من ذلك هى التنبؤ بتأثير السياسات التسويقية المختلفة. ومن أجل ذلك سنستخدم النموذج المنطقى "Logit" ونستعرض أدواته التجريبية المستخدمة وكيفية إعطاء تنبؤات سنوية على المستوى الوطنى.

أخيراً، سيكون الفصل الأخير مخصصاً لبعض المسائل الخاصة جداً بأنماط محددة من الأنشطة مثل تلك المتعلقة بالتنبؤ لمجالات زمنية قصيرة جداً مثل التنبؤ اليومى والتنبؤ للمنتجات ذات مدد الحياة القصيرة.

الفصل الخامس
التنبؤ فى الوسط الصناعى

يتميــز التنبؤ فى الوســط الصناعــى بخصائص محددة جداً، فالســلع الصناعية تخضع فى تحركاتها الزمنية لما يسمى بمنطق القطاع الأعلى secteur amont (الفقرة الأولــى). فالتقلبات فى أرقام المبيعات تكــون مرتبطة بالطلب النهائى مع تأثير زمنى تأخيرى بسبب وجود مجموعة من الحلقات الصناعية.

ولهذا الســبب فإنه يتم اســتخدام النماذج الزمنية ذات المؤشــرات التأخيرية (الفقرة الثانية) التى تشــرح المبيعات لمنتَــج صناعى ما كتوفيق لعدة متغيرات تفســيرية ذات تأخيرات زمنية مختلفة.

هناك الكثير من المؤشــرات التفســيرية المتاحة، ولكن يُفضل إجراء تحويلات على هذه المؤشرات مما يجعلها أكثر تمثيلاً للظواهر التفسيرية التى نرغب فى أخذها بعين الاعتبار، وهذا سيكون موضوع الفقرة الثالثة من هذا الفصل.

نســتعرض أخيراً فى الفقرتين الرابعة والخامسة نظامين من أنظمة التنبؤ تتعلقان بصناعات محددة هى صناعة الفولاذ المقاوم للصدأ وصناعة التجهيزات الإلكترونية.

١- السلع الصناعية ومبدأ القطاع الأعلى (الأساس):

١-١- الأنماط المختلفة للإحصائيات الصناعية:

تخضع السلاســل الزمنية للمنتجات الصناعية عادة لتقلبــات كبيرة ومهمة وغير منتظمة وهى تتميز بوجود تباين مرتفع يُمثل نحو (٢٥٪) أو (٣٠٪) من قيمتها المتوسطة، ومن ثم فإن التقلبات من شهر إلى شهر يصعب فهمها.

يمكن التعبير عن الإحصائيات المستخدمة فى القطاع الصناعى بدلالة:

- **الطلبيات** Commandes:

علــى الرغــم من أن إجمالى الطلبيــات يمثل نظرياً الطلب من ســلعة ما، فإنه فى مجال الســلع الصناعية تكون تلك الطلبيات أحياناً بعيدة عن الاحتياج الحقيقى للزبون والمرتبــط بدورة الإنتاج، وذلك إما لأســباب تضاربية (خشــية الزبــون من ارتفاع فى

الأسعار أو فقدان السلع من السوق) أو لأسباب تتعلق بتوقعات الموردين للمهل الزمنية. بالإضافة إلى ذلك، يتميز الكثير من الأسواق الصناعية بعدد محدود من المشترين أو بوجود بضعة مشترين كبار يمثلون الجزء الأساس من الطلب (الوكلاء المعتمدين بالنسبة للسيارات على سبيل المثال). ومن ثم يكفى لواحد من هؤلاء التجار أن يجرى طلبية كبيرة فى نهاية شهر إلى بداية آخر كى يؤدى ذلك إلى خلق تقلبات قوية فى السوق.

- **تسليم البضاعة** Livraisons:

غالباً ما تسعى المنشآت إلى الاستعانة بمعطيات تسليم (توصيل) البضاعة للتنبؤ بحجم المبيعات، وذلك لأن المعلومات المتعلقة بذلك يمكن الحصول عليها بسهولة من واقع أن هذا الأمر يتعلق بموضوع الفوترة (وضع الفاتورة). ولكن عملية تسليم البضاعة تعانى من سلبية أساسية تتمثل فى كونها خاضعة لحركة الانقطاعات فى المخزون، ومن ثم عدم تمثيلها للطلب الحقيقى. يضاف إلى ذلك، أنه فى المجال الصناعى تمثل عمليات تسليم البضاعة مشكلة تتعلق بالفترة الزمنية القصيرة المتاحة أمام إدارة التنبؤ لتخطيط الإنتاج، فالذى يتنبأ بالطلبيات لـ(٦) أشهر يمكنه تخطيط إنتاجه للفترة نفسها، فى حين أن الذى يتنبأ بتسليم البضاعة فى (٦) أشهر ودورة التصنيع عنده هى شهران[1] لن يكون لديه إلا (٤) أشهر لتخطيط إنتاجه.

فى جميع الأحوال، يكون من المفضل التعامل مع المعطيات المقاسة حسب الحجم (وليس تبعاً لرقم الأعمال) وهذا يجنب المنشأة مشاكل الانكماش[2] (déflatage)، وجميع المشاكل المتعلقة بالتفريق بين تأثير التغير فى أحجام المبيعات وبين تأثير السعر النسبى (هذا الأخير يمثل التقلب فى سعر سلعة صناعية ما مقارنة بالارتفاع العام للأسعار).

١-٢- أنماط السلع الصناعية وقابلية التنبؤ:

تقسم السلع الصناعية إلى فئتين أساسيتين: فئة السلع الوسيطية مثل الفولاذ، الأسمنت، الزجاج، مواد البناء وفئة سلع التجهيزات مثل الأدوات الميكانيكية الكهربائية وتجهيزات الرافعات وتفريغ البضائع.

تعتبر السلع الوسيطية الأكثر مناسبة لإجراء التنبؤ على المواد الصناعية، وذلك كونها تتميز بخاصية أكثر قابلية للتنبؤ من السلع الصناعية الأخرى. فهى شديدة التجانس يمكن مقارنة منتجاتها من شركة إلى أخرى ويُعبر عنها بواحدات الحجم.

(١) شرط أن تعمل المنشأة وفقاً للطلبات. وهذا ليس الحال بالنسبة لكل المنشآت الصناعية.
(٢) نعنى بالانكماش أن نسحب من سلسلة ما معبراً عنها برقم الأعمال تأثير الارتفاع العام بالأسعار.

فى حين يعتبر التنبؤ بسلع التجهيزات صعباً وحتى مستحيلاً عندما يتعلق الأمر بالتصنيع وفقا لمخطط ما حيث تتنوع المنتجات بشكل كبير، ولن تكون متجانسة لا بالوحدات ولا بأرقام المبيعات[1]. بالإضافة إلى ذلك غالباً ما ترتبط هذه السلع ببرامج استثمارية حكومية أو بالاستثمارات الكبيرة لبعض المنشآت الخاصة المرتبطة بقرارات سياسية أو بظواهر اقتصادية على المستوى الأوربى أو الدولى. فى هذه الحالات يتم استخدام طرائق تنبؤ مناسبة للقطاعات الاقتصادية الكلية مختلفة عن الطرائق الكمية القصيرة والمتوسطة الأجل.

بالمقابل، قد يحصل أن بعض سلع التجهيزات تكون متجانسة نسبياً، ومن ثم يمكن استخدام الطرائق الكمية للتنبؤ، ومثال ذلك الرافعات الهيدروليكية والضواغط الهوائية (الكومبريسير) المستخدمة فى الأشغال العامة.

لكى نستطيع القيام بإجراء تطبيق تنبئى، فإننا بحاجة إلى المئات من الوحدات المباعة كحد أدنى.

١-٣- مبدأ القطاع الأعلى (الأساس):

يختلف التطور الزمنى للاستهلاك النهائى من السلع الصناعية الوسيطية عن التطور الزمنى لسلع التجهيزات. فمن أجل السلع الصناعية الوسيطية، يبين الرسم التوضيحى (١) الدورة الصناعية التى تتم عبرها التقلبات فى الطلب النهائى (استهلاك العائلات واستثمار المؤسسات). فكل زيادة فى الطلب يمكن إشباعها من خلال السحب من المخزونات المتوافرة من المنتج النهائى، وفى حال عدم كفايتها فإن صانعى القطاعات النهائية، كصناعة السيارات على سبيل المثال، سيزيدون إنتاجهم، ومن أجل ذلك سيسعون إلى السحب أيضاً من مخزوناتهم من المواد (أى مجموعة المنتجات الصناعية المشتراة من خارج المنشأة). وفى حال عدم كفاية هذه الأخيرة، سيجرون طلبيات إضافية من القطاعات التحويلية التى تزودهم بمكونات المنتج النهائى على شكل قطع منفصلة كمحولات الحركة وعلب السرعة فى مثال صناعة السيارات. وستنفذ مصنعو القطع المنفصلة مجدداً معظم مخزوناتهم من المنتجات النهائية قبل أن يسعوا إلى زيادة محتملة فى طلباتهم من المنتَج الأساس. وهكذا فإنه يتم فى النهاية تحويل التقلبات فى الطلب النهائى إلى مصنعى السلع الصناعية الوسيطية كالفولاذ وغيرها.

(١) يشار إلى أن بعض سلع التجهيزات يتم تصنيعها وفقاً للطلب، ومن ثم لا يوجد مخزون مما يجعل إجراء التنبؤ بدون فائدة.

الرسم التوضيحى رقم (١) الدورة الصناعية وتوزيع الطلب

يتضح مما سبق أن لمنطق القطاع الأعلى أو الأساس نتيجتين اثنتين:

- ارتباط الطلب على السلع الوسيطية (الفولاذ على سبيل المثال) بتغيرات مكونات الطلب النهائى المختلفة لصناعة السيارات وللتجهيزات العائلية ولصناعة المساكن وللاستثمارات الصناعية فى الآلات.

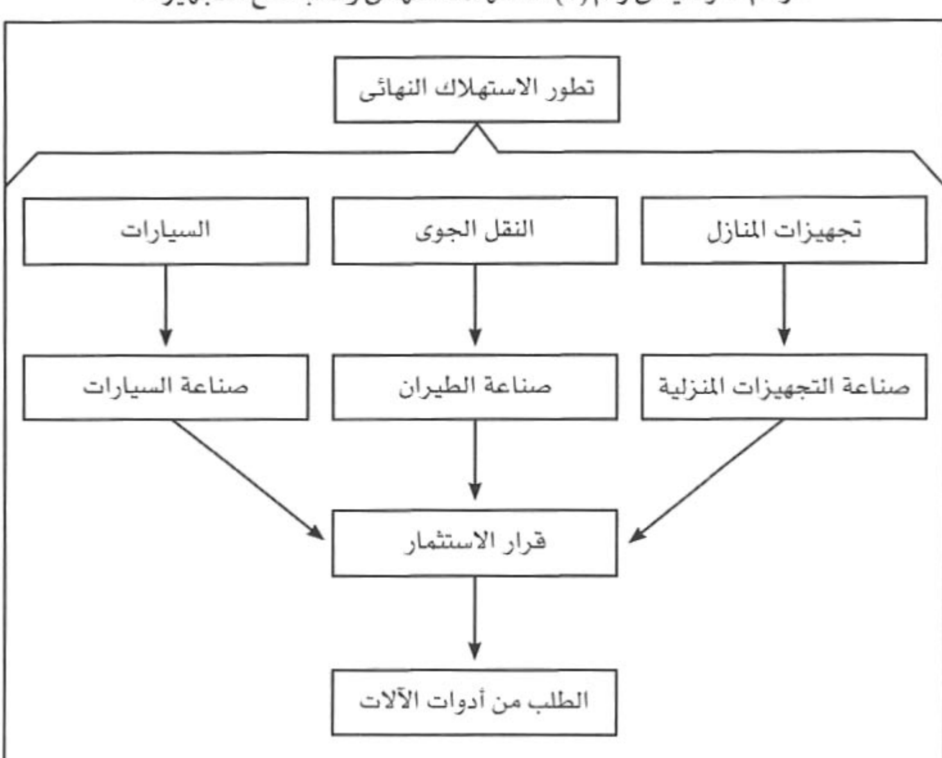
- بسبب وجود عدة مراحل للتحويل بين السلع الصناعية الوسيطية والمنتَج المخصص للاستهلاك النهائى، فإن ذلك ينتج عنه تأخير زمنى فى التأثير المتبادل بين المنتجَين، وهذا التأخير يكون كبيراً كلما كثُر المخزون من المنتَج النهائى ومن المواد الأولية الأخرى فى كل مرحلة من مراحل التحويل. فبين وجود تغيير معنوى فى الطلب على نوع محدد من السيارات وبين انعكاس ذلك على الطلب من الفولاذ عدة أشهر.

أما من أجل سلع التجهيزات، يبين الرسم التوضيحى (٢) التأثير لتطور الطلب النهائى من هذه السلع على الإنتاج من أدوات الآلات (Machines - outils). فالنمو فى بعض الحاجيات النهائية، النقل الجوى والبرى، تجهيزات المنازل، ... إلخ يُترجم بزيادة فى الطلب على القطاعات الصناعية الموافقة مثل صناعات السيارات والطائرات ومصنّعى التجهيزات المنزلية الكهربائية، ... إلخ. وإذا لم تستطع هذه الصناعات بإمكانياتها الحالية من مواجهة هذه الزيادة غير المؤقتة فإنها تقرر الاستثمار فى صناعة أدوات الآلات. وبموجب مبدأ التسارع الاقتصادى، فإن الزيادة أو الانخفاض فى الطلب على سلع أدوات الآلات هى أكثر نسبياً من تطور الطلب النهائى.

يظهر مما سبق وجود حساسية قوية جداً فى صناعات سلع التجهيزات للحالة الاقتصادية فى قطاعات عدة (الطيران، أدوات الآلات، تجهيزات الرفع، ...)، وليس من النادر أن تشهد الطلبيات تغيرات كبيرة من عام إلى آخر.

وكما هو الحال بالنسبة للسلع الصناعية الوسيطية، هناك مبدأ القطاع الرائد أو الأعلى، فالطلب على أدوات الآلات يرتبط بتطور الاستهلاك النهائى، وهذا التأثير الترابطى الزمنى يكون أيضاً تأخيرياً، والزيادة فى الطلب النهائى يجب أن تكون مؤكدة حتى يتخذ المستثمرون قرارات الاستثمار.

الرسم التوضيحى رقم (٢) الاستهلاك النهائى وطلب سلع التجهيزات



٢- النموذج ذو المؤشرات التقديمية Le modèle à indicateurs en avance:

يعتبر اللجوء إلى هذا النوع من النماذج "leading indicators" لإجراء التنبؤ قديم نسبياً[١] ويعود إلى العام ١٩٦٤ . حيث سعى القائمون على التنبؤ إلى الحصول على مؤشر مميز يستطيعون من خلاله وضع كل ثقتهم به، ومن أجل ذلك تم تطوير نموذج يتضمن توفيقاً من المؤشرات ذات تأخيرات زمنية متعددة.

ومن خلال ما تم عرضه سابقاً، فإن التقلبات فى الطلب النهائى تمر عبر الدورة الصناعية بمراحلها المختلفة، ومن ثم تصبح الطلبيات، فى المثال المتعلق بالفولاذ، تابعة لمخزونات المفاوضين ولإنتاج بعض سلع التجهيزات، ... إلخ.

(١) ١٩٦٤(Shiskin).

الهــدف هنا هو فى محاولــة توضيح الآليات التى تدير هــذا التطور، لذلك فإننا ســنتعرف على خصائص العلاقة بين المتغيرات المختلفة من خلال وضعها على شــكل نموذج تأخير زمنى[1]:

$$y_t = f(x_{1,t-\theta_1}, x_{2,t-\theta_2}, x_{3,t-\theta_3}, \ldots)$$

حيث تمثل θ_i التأخيرات الزمنية بين كل من المتغيرات $x_{i,t}$ والسلسلة y_t.

يمكننا اعتبار هذه العلاقة خطية مع احتفاظنا دائماً بإمكانية إجراء تحويل ما على المعطيات كالتحويل اللوغاريتمى أو الأسى أو أخذ الفروقات الأولية.

$$y_t = a_1 x_{1,t-\theta_1} + a_2 x_{2,t-\theta_2} + a_3 x_{3,t-\theta_3} + \ldots + a_k x_{k,t-\theta_k} + a_0$$

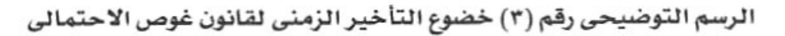
يعتبر النموذج الأخير من النماذج التى أصبحت معروفة بالنســبة لنا (انظر الفصل الرابع) ويتضمن بعض الفرضيات القوية الواجب التحقق منها واختبارها.

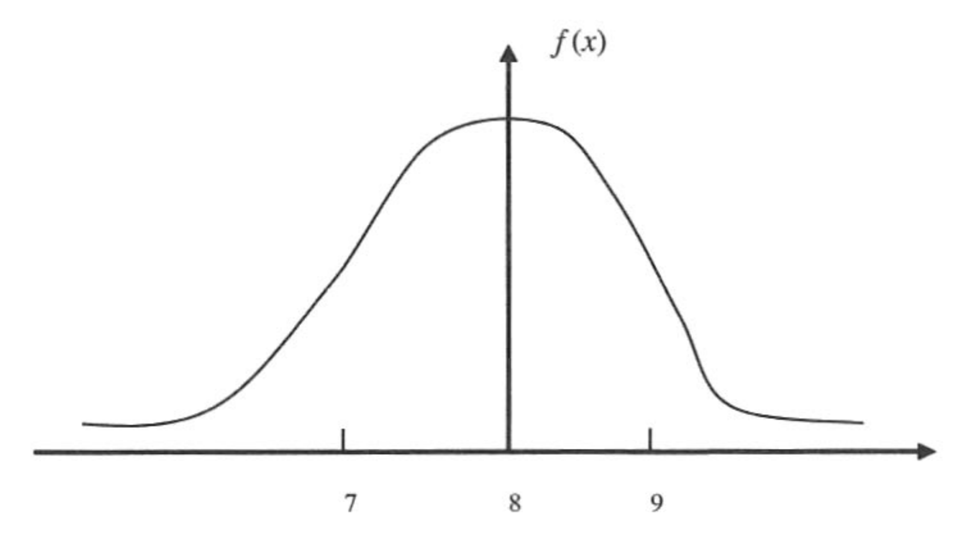
- ثبات الانزياحات (التأخيرات) الزمنية:

نفترض هنا أن التأخير الزمنى المتوســط ثابت بين إشارة المؤشر المستخدم (المتغير المســتقل) وبين تأثيره فى المبيعات من السلع الوسيطية. ففى الواقع، إذا كان التأخير الزمنى مساوياً بالمتوســط ثمانية أشهر فذلك يعنى، وفقاً لقانون غوص Gauss الذى تخضع لــه التأخيرات، أن هنــاك احتمالاً فى (٩٥٪) من الحــالات أن قيمة التأخير ستكون محصورة ما بين (٧ إلى ٩) أشهر (الرسم التوضيحى ٣). وهذا يعنى أن القيمة الأكثر احتمالاً هى ثمانية أشهر واختيار هذه القيمة مرتبط بانحراف معيارى ما.

قد يكون لمؤشــر ما تأخيــر زمنى غير ثابت، وهذا ما يحصل عندما يكون لمؤشــر ما تأخيــر زمنى مختلف فى فترة الثبات للحالة الاقتصادية عن فترة إعادة النشــاط الاقتصــادى. إذن هناك مرحلة مهمة فى عملية البحــث عن النموذج تتضمن اختبار صلاحية فرضية الثبات المتوسط للتأخيرات الزمنية.

(١) ســنرى أن هــذا النموذج من التأخير الزمنى مســتخدم أيضاً فى مجال المنتجات الاســتهلاكية المعمرة أو منتجات الاستهلاك الكبير بهدف أخذ متغيرات الدعاية والإعلان ذات التأثير غير اللحظى فى الاعتبار.


الرسم التوضيحى رقم (٣) خضوع التأخير الزمنى لقانون غوص الاحتمالى



- استقلالية المتغيرات التفسيرية:

نفترض كذلك أن كل مؤشر (متغير تفسيرى) لديه قدرة تفسيرية، فى شرح التقلبات فى المبيعات، مستقلة عن باقى المتغيرات أو المؤشرات التفسيرية الأخرى. فجميع المتغيرات، حتى لو كانت من نمط مختلف (مؤشرات الإنتاج أو استطلاعات الرأى حول الواقع الاقتصادى) أو ممثلة لقطاعات متنوعة (سيارات، كيمياء، سكن) ليست مستقلة لا اقتصادياً ولا إحصائياً. فهى من جهة تخضع بمجملها للحالة الاقتصادية العامة ومن جهة أخرى ترتبط فيما بينها بعلاقات قوية. فالسلع تلعب دوراً تحكيمياً فى تحديد أشكال الإنفاق العائلى، ومثال ذلك سلعتا السيارات والسكن المرتبطتان أحياناً معاً؛ إذ يمكن اعتبار شراء السيارة عملاً بديلاً لمبلغ غير كافٍ لشراء أو اقتناء منزل.

إذن لا يمكن للمتغيرات التفسيرية المستخدمة أن تكون مستقلة، وهذا يُعبر عنه إحصائياً من خلال الارتباط الكبير بين المتغيرات التفسيرية. وهنا لا بد من الإشارة إلى ظاهرة تسمى بـ "multicolinéarité" أى الارتباط الكبير بين المتغيرات التفسيرية التى غالباً ما نصادفها عند البحث عن النموذج المناسب مما يوحى بوجود علاقات تفسيرية هى فى حقيقتها وهمية وتعود ربما إلى تعريف غير صحيح للنموذج.

وكما هو الحال بالنسبة لاختيار التأخيرات الزمنية، فإن البحث عن المتغيرات التفسيرية يعتبر من المسائل المهمة التى تشغل اهتمام القائم على التنبؤ.

- ثبات حصة السوق:

إذا كان المتغير الواجب تفسيره مكوناً من مبيعات المنشأة وكانت المتغيرات التفسيرية هى مؤشرات السوق، فإننا نفترض ثبات حصة السوق. فالبحث عن علاقة ثابتة خلال عدة سنوات بين مبيعات المنشأة وبين مؤشرات السوق يقتضى عدم وجود تعديلات جوهرية فى حصة السوق للمنشأة.

- صلاحية النموذج على إجمالى الفترة الزمنية:

نظرياً يُفترض فى النموذج المستخدَم أن يكون صالحاً على إجمالى الفترة الزمنية وكذلك الحال بالنسبة للمعاملات المقدرة للنموذج، ولكن الأوزان النسبية لكل متغير تفسيرى يمكن أن تتغير مع مرور الزمن (ومع الحالة الاقتصادية)، ولذلك سيكون مفيداً تقدير النموذج على فترات منزلقة (ثلاث إلى أربع سنوات)، وذلك بغية أخذ التقلبات الحاصلة بفاعلية كبيرة بعين الاعتبار.

- استناد النموذج إلى معادلة واحدة:

يمكننا استخدام نموذج المعادلات الآنية حيث ندخل عدة متغيرات تابعة فى النموذج، فعلى سبيل المثال يمكن اعتبار حجم المبيعات متغيراً تابعاً أول (y_1) وأسعار المبيعات متغيراً تابعاً ثانياً (y_2) والمخزون متغيراً تابعاً ثالثاً (y_3). يمكن التعبير عن العلاقة بين المتغيرات التابعة وبين المتغيرات المستقلة على النحو التالى:

$$y_1 = f(y_2, y_3, x_1, x_2, x_3, \ldots)$$

$$y_2 = g(y_1, y_3, x_1, x_2, x_3, \ldots)$$

$$y_3 = h(y_1, y_2, x_1, x_2, x_3, \ldots)$$

على الرغم من دراسة هذه النماذج دراسة تفصيلية نظرية إلا أن وضعها موضع التنفيذ عملياً يبقى صعباً. وتُستخدم هذه النماذج فى القطاعات الاقتصادية الكلية ويرمز لها بالرمز VAR (Vector Auto Regressive) ويتم تقديرها للمعطيات السنوية أو الفصلية، أما بالنسبة للمعطيات الشهرية حيث يجب البحث عن التأخيرات الزمنية، فإن هذه النماذج تصبح صعبة جداً. وعلى الرغم من الجهود الكبيرة المتعلقة بوضع هذه الطريقة موضع التنفيذ، فإن التحسن الحاصل فى جودة التنبؤ يبقى محدوداً مقارنة بما بذل من جهود لاستخدام هذه الطريقة.

- **العلاقة بين المتغيرات هى علاقة خطية:**

يتم عادة صياغة النماذج وفقاً للشكل الخطى بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، وذلك بسبب صعوبة التقدير للنماذج غير الخطية، وفى حال لم يكن النموذج خطياً فيمكن جعله خطياً.

يمكن الاستعانة ببعض التحويلات للمتغيرات مما يجعل النموذج خطياً، فعلى سبيل المثال النموذج التالى $y_t = x_{1t}^{a_1} x_{2t}^{a_2} x_{3t}^{a_3} a_0$ حيث تمثل المعاملات a_1، a_2 وa_3 المرونات[1]، يمكن إعادته للشكل الخطى من خلال إجراء تحويل على المتغيرات على النحو التالى:

$$Log\ (y_t) = Log\ x_{1t}^{a_1}\ x_{2t}^{a_2}\ x_{3t}^{a_3}\ a_0$$

أو

$$Log\ (y_t) = a_1\ Log\ (x_{1t}) + a_2\ Log\ (x_{2t}) + a_3\ Log\ (x_{3t}) + Log\ (a_0)$$

ومن ثم يمكننا باستخدام طرائق التقدير الاعتيادية المعروضة فى الفصل الرابع تقدير المعاملات السابقة للشكل الأخير للنموذج.

٣- العوامل (المتغيرات) التفسيرية:

هناك العديد من العوامل التفسيرية التى يمكن استخدامها فى مجال السلع الصناعية، نذكر منها:

- مؤشرات الإنتاج للقطاعات النهائية الاستهلاكية.
- مؤشرات الأسعار.
- معدلات الفائدة.
- مؤشرات أسعار السوق المالى.
- استطلاعات الرأى حول الوضع الاقتصادى المتعلق بالإنتاج المتوقع أو بقائمة الطلبيات أو مستوى المخزون التى تكون متوافرة بدقة.
- الإحصائيات حول مستوى البطالة.
- عجز المنشآت، الإفلاس وصعوبات التمويل.

---

(١) تمثل المرونة معدل التزايد النسبى. فإذا كان x_1 السعر لمنتج ما وy حجم الطلب، فإن المعامل a_1 يمثل معامل التغير النسبى للطلب المرتبط بارتفاع أو انخفاض الأسعار.

- معطيات المديونية: معدلات الفائدة، إحصائيات الاستدانة على المدى القصير والمتوسط والطويل لجميع قطاعات الأنشطة.
- إحصائيات أرقام الأعمال لجميع الأشكال التجارية.
- إحصاءات البناء: موافقة السكن، مساكن فى طور البناء، مساكن منتهية، ...
- المخزون الموجود عند الموزعين المختصين.
- إلخ.

العديد من المؤشرات لا يمكن استخدامها مباشرة فى النموذج المستخدَم وتستلزم إجراء تحويلات عليها.

فمؤشر الإنتاج غالباً ما يكون غير مستقر فهو يتأثر بحركة اتجاه عام صاعدة أو هابطة، ومن ثم لا بد من إجراء تحويل عليه لكى يصبح مستقراً. التحويل الأكثر استخداماً فى هذه الحالة يقتضى أخذ الفروقات الأولية لهذا المؤشر، ومن ثم جعل السلسلة الممثلة له أكثر حساسية للزيادات الشهرية من خلال حذفها للجمود المرتبط بالمستوى المطلَق للنشاط. فإذا كانت x_t تمثل مؤشر الإنتاج، فإن المتغير المحول يصبح $x_t - x_{t-1}$ أو $(x_t - x_{t-1})/x_{t-1}$. يسمح هذا التحويل الأخير بتأكيد الاستقرارية بالمتوسط. يمكن تطبيق التحويل نفسه على سلاسل الأسعار حيث يكون تفاعل الزبائن مرتبطاً بتغيرات الأسعار (ارتفاع التعرفة) وليس بمستواها المطلق.

هناك نوع آخر من التحويلات التقليدية ويسمى بتحويل الانكماش déflatage يقضى بتقسيم مجموعة القيم لسلسلة ما على القيم الموافقة لمؤشر السعر المناسب. فكل السلاسل المُعبر عنها بالعملة المحلية الجارية (إحصائيات المديونية، أرقام الأعمال، ..) يجب تحويلها بحيث تصبح قابلة للمقارنة زمنياً مع جميع النقاط المكونة للسلسلة.

النوع الثالث من التحويلات الممكن إجراؤها على السلسلة الزمنية هو استخدام الفلتر مثل فلتر الوسط المتحرك[1] وذلك بغية حذف التقلبات العشوائية. وهكذا فإن بعض الاستقصاءات عن الحالة الاقتصادية تكون خاضعة إلى تقلبات شديدة نتيجة كون إجابات الصناعيين خاضعة لأرقام مبيعاتهم، فإذا وجد فى بعض القطاعات ثلاث أو أربع منشآت تحتكر إجمالى رقم المبيعات فى المهنة، فيكفى لمجيب واحد منهم متفائل أو متشائم ليوم ما أن يغير بشكل كبير نتائج الاستقصاء. لذلك فإن استخدام فلتر الوسط المتحرك يصقل هذه التقلبات الكبيرة بحيث تصبح أكثر معنوية.

(١) الفصل الثانى.

أخيراً لا بد من الإشـــارة إلى ضرورة تصحيح كل السلاســل الإحصائية التى فيها حركة فصلية، وذلك تجنباً لخطر إخفاء علاقة حقيقية بين المبيعات والمؤشرات المستقلة التفسيرية المستخدَمة.

٤- التنبؤ فى مجال الصناعات الحديدية:

٤-١- عرض المشكلة:

يتعلق مثالنا الأول بالتنبؤ بالاســتهلاك الفرنســى من الفــولاذ المقاوم للصدأ على مستوى الاستهلاك المحقق[١] فى فرنسا، وليس على مستوى منشأة محددة.

نختار فى المرحلة الأولى المتغيرات التفسيرية أو المؤشرات ذات العلاقة الاقتصادية مع السلسلة المراد التنبؤ بقيمها. ومما لا شك فيه أن عملية انتقاء المؤشرات التفسيرية تعتبر نقطة أساســية من أجل الحصول على تنبؤات جيدة، وقد يؤدى انتقاء متغيرات تفسيرية بعيدة عن مجال المتغير المراد التنبؤ به إلى تنبؤات وهمية غير صحيحة.

على ســبيل المثال يمكن لمؤشــر إنتاج الجبس، مع تأخير زمنى θ شهراً، أن يكون ذا علاقة جيدة مع الطلبيات من الفولاذ خلال ســنتين أو ثلاث سنوات، ومع افتراض أن شــهر تموز من العام A يتميز بإنتاج كبير من الجبس فإنه فى حال اســتخدام مؤشــر إنتاج الجبس متغيراً تفســيرياً للتنبؤ باستهلاك الفولاذ، فإننا سنحصل على رقم غير معقول للتنبؤ باستهلاك الفولاذ للشهر الموافق لتموز من العام $\theta + A$ شهراً.

إذن لا بد من أن يكون للمؤشــرات التفســيرية المقترحة معنى اقتصادى يتوافق مع المتغير المراد تفسيره والتنبؤ به.

بعد تحديد هذه المؤشــرات نعمل على تقليصها مــن خلال انتقاء الأكثر صلة منها بالمتغير التابع، ومن ثم نختار التأخيرات الزمنية المرتبطة بكل منها.

بعــد ذلك نلجأ إلى طرائق التقدير المســتخدمة لتقدير المعاملات للنموذج المنتقى، وهــذه الخطوة تعطينا بعض المؤشــرات حول الجودة الإحصائية للنموذج المســتخدم كمعامل التحديد ومؤشــرات ســتيودنت الدالة على درجة التشتت للمعاملات، ومن ثم المعنوية الإحصائية للمتغيرات، وكذلك نحصل على اختبار داربين واتسون.

(١) الاستهلاك المحقق= الإنتاج + الاستيراد - التصدير.

فى حال تبين أن النموذج المقدر ليس صالحاً إحصائياً فإننا نعود إلى المرحلة السابقة ونبحث عن متغيرات تفسيرية بديلة. أما إذا ثبتت الصلاحية الإحصائية فإننا نستمر فى اختبارنا للصلاحية الاقتصادية للنموذج، فقد يكون النموذج مناسباً إحصائياً إلا أن قيم المعالم المقدرة للنموذج تكون غير معقولة من وجهة النظر الاقتصادية.

بعد الانتهاء من التحقق من الصلاحية الإحصائية والاقتصادية للنموذج نقوم بإجراء عملية محاكاة للنموذج المختار للحصول على تنبؤات «بيضاء» تسمح فقط باختبار الجودة التنبؤية للنموذج. فإذا كانت هذه التنبؤات التجريبية معقولة من خلال مقارنتها مع القيم الحقيقية للمتغير المراد التنبؤ به فإننا نعتمد النموذج المقدر ونستخدمه لإجراء التنبؤات المطلوبة.

٤-٢- الانتقاء الآلى للمتغيرات التفسيرية وللتأخيرات الزمنية:

لوضع الآلية السابقة موضع التنفيذ على معطيات المثال المتعلق بإيجاد النموذج المناسب للاستهلاك الفرنسى من الفولاذ المقاوم للصدأ، فإننا نستخدم المؤشرات المقترحة[1] المتوقع أن تمثل جميع مكونات الطلب على الفولاذ وذات التأثير فى الحالة العامة لقطاع الفولاذ. وهذه المؤشرات هى:

١- مؤشر الإنتاج CVS (المصحح من التقلبات الفصلية) لفرع صناعة السيارات.

٢- مؤشر الإنتاج CVS (المصحح من التقلبات الفصلية) لفرع الصناعات الكيميائية والكاوتشوك.

٣- مؤشر الإنتاج CVS (المصحح من التقلبات الفصلية) للتحويل الأولىّ للفولاذ.

٤- المؤشر الفرنسى لأسعار الجملة للمنتجات الحديدية.

٥- رأى مصنعى التجهيزات المنزلية فى المخزون المتوافر لديهم.

تم إجراء التحليل لمدة أربع سنوات لمعطيات شهرية من كانون الثانى من العام A إلى كانون الأول من العام $A+4$. تم تصحيح جميع السلاسل المستخدمة من التقلبات الفصلية كما تم تقليص déflaté مؤشر أسعار الجملة للمنتجات المعدنية بواسطة المؤشر العام للأسعار.

---

(١) يمكننا عملياً انتقاء عدد أكبر من المتغيرات التفسيرية، إلا أننا اقتصرنا على دراسة خمسة فقط للتبسيط.

بعد ذلك نكون بصدد اختيار المؤشــرات الأقل ترابطاً فيمــا بينها والأكثر ارتباطاً بمؤشــر الاســتهلاك من الفولاذ، ومن ثم نكون بصدد تحديد هذه المؤشرات واختيار درجات التأخير الزمنى.

نفترض أن كل مؤشــر (متغير تفســيرى) يؤثر فى الاســتهلاك من الفولاذ بتأخير زمنى محصور بين (٦ إلى ١٢) شهراً.

نستخدم إذن إحدى طرائق الانتقاء الآلى للمتغيرات التفسيرية الأكثر مناسبة. وفى حالتنا هذه يكون لدينا عدد كبير من المتغيرات التفســيرية (٥ مؤشــرات × ٧ تأخيرات = ٣٥) وذلك لأن كل مؤشــر من المؤشــرات الخمسة سيتفرع عنه ســبعة متغيرات تفسيرية (متغير تفســيرى جديد لكل تأخير زمنى). لذلك فسوف نستخدم طريقة الانحدار بالمراحل التــى تبدو الأكثر كفاءة فى انتقاء المتغيرات ذات الإســهام النســبى الأكبر فى تقلبات استهلاك الفولاذ (الفصل الرابع).

النتائــج للمراحل المختلفــة لهذه الطريقة معروضة فى الجــداول اللاحقة. تمثل الأسطر فى الجداول (من ١ إلى ٣) التأخيرات الزمنية (من ٦ إلى ١٢) وتمثل الأعمدة المتغيرات التفســيرية (من ١ إلى ٥). كل خانة من الجداول المشــار إليها تمثل معامل الارتباط البســيط بين الاستهلاك من الفولاذ الفرنســى المقاوم للصدأ y_t ومؤشر ما $x_{i,t}$ لتأخيــر زمنــى معطــى θ $(x_{i,t-\theta})$. ومن ثم ففى الجدول (١) مثــلاً نلاحظ وجود معامــل الارتباط الأكبر بالقيمــة المطلقة (0.826 -) فى تقاطع العمود (٦) والســطر (١) (التأخير يســاوى ٦ والمؤشــر هو $x_{5,t}$). إذن ســيتم اعتبار السلسلة «رأى مصنعى التجهيزات المنزلية فى المخزون المتوافر لديهم» مع التأخير المساوى لـ (٦) أشهر.

الجدول رقم (١) تحليل الارتباط فى المرحلة (١)

المتغير التفسيرى / التأخير	$x_{1,t}$	$x_{2,t,}$	$x_{3,t}$	$x_{4,t}$	$x_{5,t}$
٦	٠,٥٧٧	٠,٦٨٣	٠,٨١١	٠,٣٨٩	٠,٨٢٦-
٧	٠,٦٠٨	٠,٥٥٦	٠,٦٩٦	٠,٢٧٢	٠,٧٩٣-
٨	٠,٧١٧	٠,٤٦٤	٠,٦٠١	٠,١٤٢	٠,٧٤٤-
٩	٠,٥٩٣	٠,٢٤٧	٠,٤٤٠	٠,٠٢٥-	٠,٦٥٥-
١٠	٠,٧١٩	٠,١١٤	٠,٣١٩	٠,١٤٥-	٠,٥٢٥-
١١	٠,٥٩٣	٠,٠٣٤-	٠,٠٨٢	٠,٢٧٩-	٠,٣٩٠-
١٢	٠,٥٢٤	٠,١٧٧-	٠,٠٢٣-	٠,٣٩٧-	٠,٢٦٨-

نجرى أول انحدار: $y_t = \hat{a}_1 x_{5,t-6} + \hat{a}_0 + e_{1,t}$.

يمثل الباقى $e_{1,t}$ سلسلة الاستهلاك من الفولاذ المصفاة من تأثير المتغير «رأى مصنعى التجهيزات المنزلية فى المخزون المتوافر لديهم».

الجدول رقم (٢) تحليل الارتباط فى المرحلة (٢)

المتغير التفسيرى التأخير	$x_{1,t}$	$x_{2,t}$	$x_{3,t}$	$x_{4,t}$	$x_{5,t}$
٦	٠,٢٦٥	٠,١١٥	٠,٢٢٧	٠,١٤٧	٠,٠٠٠
٧	٠,٢٧٠	٠,٠٣٤	٠,١٠٩	٠,٠٤٤	٠,٠٩٧-
٨	٠,٤٣٤	٠,٠١٢	٠,٠٠٧	٠,٠٨٩-	٠,٠٩٨-
٩	٠,٢٩٦	٠,٢١٨-	٠,٠٢٧-	٠,٢٧٥-	٠,٠٥٣-
١٠	٠,٤٦٩	٠,١٨٠-	٠,٠٠٨-	٠,٣٣٤-	٠,٠٢١-
١١	٠,٢٥٠	٠,٢١٠-	٠,٢٩٢-	٠,٤٣٦-	٠,٠٦٣
١٢	٠,٢٢٢	٠,٢٥٢-	٠,٣١٤-	٠,٥١٧-	٠,٠٨٣

فى المرحلة التالية (الجدول ٢)، نحسب كل معاملات الارتباط بين $e_{1,t}$ والسلاسل التفسيرية الأخرى $x_{i,t-\theta}$ $(i = 1, 2, ..., 5; \theta = 6, 7, ..., 12)$. نلاحظ أن معامل الارتباط بين $e_{1,t}$ و $x_{5,t-6}$ أصبح مساوياً للصفر فالسلسلة $e_{1,t}$ لم تعد تحتوى على معلومات متعلقة بالمتغير $x_{5,t-6}$. وبأخذنا للمعامل الأكبر (٠,٥١٧) الموافق لمؤشر أسعار الجملة للمنتجات المعدنية بتأخير زمنى قدره (١٢) شهراً نكون انتقينا فى النموذج المستخدم المتغير ذا المعلومات الأكبر المتمم للمتغير السابق انتقاؤه. ومن ثم نجرى انحداراً جديداً:

$$y_t = \hat{a}_1 x_{5,t-6} + \hat{a}_2 x_{4,t-12} + \hat{a}_0 + e_{2,t}$$

نبحث من جديد فى جميع معاملات الارتباط بين $e_{2,t}$ والسلاسل التفسيرية $x_{i,t-\theta}$ $(i = 1, 2, ..., 5; \theta = 6, 7, ..., 12)$ عن المعامل الأكبر بالقيمة المطلقة.

المتغير التفسيرى الثالث الواجب إدخاله فى النموذج (الجدول ٣) هو مؤشر الإنتاج فى صناعة السيارات وبتأخير مساوٍ لـ (٨) أشهر (الارتباط يساوى إلى ٠,٤١٢). إذن نجرى انحداراً جديداً من الشكل:

$$y_t = \hat{a}_1 x_{5,t-6} + \hat{a}_2 x_{4,t-12} + \hat{a}_3 x_{1,t-8} + \hat{a}_0 + e_{3,t}$$

الجدول رقم (٣) تحليل الارتباط فى المرحلة (٣)

المتغير التفسيرى التأخير	$x_{1,t}$	$x_{2,t,}$	$x_{3,t}$	$x_{4,t}$	$x_{5,t}$
٦	٠,٣٣٧	٠,١٠٦	٠,٢٦٣	٠,٢٦٨	٠,٠٠٠
٧	٠,٣٥٧	٠,١١١	٠,٢٠٧	٠,٢٠٧	٠,١٧٤-
٨	٠,٤١٢	٠,١٥٧	٠,٣٠٧	٠,٣٠٧	٠,٢٧٢-
٩	٠,٣٣٧	٠,٠٣١	٠,٢٤٤	٠,٢٤٤	٠,٢٥٤-
١٠	٠,٢٦٧	٠,١٧٢	٠,٣٣١	٠,٣٣١	٠,٢٩٣-
١١	٠,٢١٦	٠,١٨٨	٠,٠٥٢	٠,٠٥٢	٠,٢٦٨-
١٢	٠,١٨٢	٠,١٦٧	٠,٠٦١	٠,٠٦١	٠,٢٣٨-

نبحث من جديد فى جميع معاملات الارتباط بين $e_{3,t}$ والسلاسل التفسيرية $x_{i,t-\theta}$ $(i = 1, 2, ..., 5; \theta = 6, 7, ..., 12)$ عن المعامل الأكبر بالقيمة المطلقة.

لم يعد يظهر أى معامل ارتباط مختلف معنوياً عن القيمة صفر، ومن ثم نوقف عملية انتقاء المتغيرات التفسيرية.

٤-٣- استخدام النموذج وإجراء التنبؤ:

النموذج المستخدم إذن هو التالى:

$$CFAI_t = \underset{(2.1)}{14.302} - \underset{(3.9)}{98.27}\ STEM_{t-6} - \underset{(7.4)}{4.05}\ IPPM_{t-12} + \underset{(2.7)}{168.57}\ AUTO_{t-8}$$

$R^2 = 0.91$

$DW = 1.91$

$n = 36$

(.) = *ratio de Student*

حيث:

CFAI تمثل الاستهلاك الفرنسى من الفولاذ المقاوم للصدأ.

STEM رأى مصنعى التجهيزات المنزلية فى المخزون المتوافر لديهم.

IPPM مؤشر أسعار الجملة للمنتجات الحديدية.

AUTO مؤشر الإنتاج CVS (المصحح من التقلبات الفصلية) لفرع صناعة السيارات.

يلاحــظ أن عدد المشــاهدات قد تم تقليصــه إلى (٣٦) فقط؛ لأننــا فقدنا (١٢) مشاهدة بسبب التأخير المساوى لـ (١٢) شهراً.

تستدعى هذه النتائج بعض التعليق:

- يعتبــر النمــوذج من وجهة النظر الإحصائية مناســباً حيث مؤشــرات ســتيودنت جميعها معنوية، وكذلك فإن مؤشــر اختبار داربين واتسون لا يظهر أى ارتباط ذاتى للأخطاء.
- مجال التنبؤ يساوى (٦) وهذه القيمة تمثل الأقل بين التأخيرات الظاهرة فى النموذج المقدر (٦،١٢،٨).
- التفســير الاقتصــادى إلى حد ما معقول للمتغيرين الأوليــين. هناك تأثير إيجابى لإنتاج السيارات بتأخير قدره (٨) أشهر كما يوجد تأثير سلبى لمستوى المخزون لدى مصنعى التجهيزات العائلية بتأخير قدره (٦) أشــهر، وكذلك لمؤشر السعر الإجمالى للمنتجات المعدنية عند (١٢) شهراً.

إذن يمكن حســاب التنبؤ لمجال زمنى طوله ســتة أشهر انطلاقاً من القيم المعروفة للمتغيرات التفســيرية الثلاثــة. يمكننا عند اللزوم إضافــة عوامل أخرى مثل حركة الاتجاه العام (تمديد خارجى على الزمن) والحركة الفصلية للأشهر المعنية، وذلك بغية الحصول على تنبؤات عملية.

٥- التنبؤ فى مجال الأجهزة الكهربائية:

٥-١- عرض المشكلة:

تعتبر المنتجات المصنعة والموزعة بواسطة شركات إنتاج الأجهزة الكهربائية (أجهزة التحكم فى المحركات ومغيرات السرعة والأزرار الكهربائية ... إلخ) من المنتجات الصناعية ومن ثم تكون حساسة للتقلبات فى الحالة الاقتصادية العامة لسلع التجهيزات. يمكننا ملاحظة وجود ســوقين لهذه المنتجات، ســوق التجهيز الأولى المرتبط بالاســتثمارات الجديدة وسوق التجديد لهذه المنتجات.

تعتبر الأجهزة الكهربائية وفقاً لأرقام تصنيفها كبيرة جداً (٨٠٠٠٠)، ولكن ما يخزن منهــا فقط (٦٠٠٠) (حيث مهلة التســليم أصغر من مهلة التصنيع). الأدوات الأخرى لا تخــزن إلا من أجل غايات صناعية مثــل التصنيع لكميات كبيرة أو لغايات تضاربية مثل تكوين المخزون فى فترة النقص فى التجهيزات.

يتــم إجراء التنبؤ لــكل مجموعة من المنتجات المتجانســة Famille Produit (FP) ولــكل منتَج من المنتجات Références stockées المخزّنــة المرتبطة بانحراف معيارى لخطأ التنبؤ. يبين الرسم التوضيحى (٤) آلية تنظيم المعطيات بهذا النوع من الأجهزة الكهربائية وقياس حجومها.

يشمل نشاط هذه الشركة جميع الدول وترتبط صادراتها بجميع أنحاء العالم. كما أن فرنســا تحتفظ وحدها بما يعادل تقريباً (٢٥٪) مــن رقم الأعمال لهذه الصناعة، وإذا أضفنــا لهــذه الحصة حصة بعــض الدول الأوربيــة الأخرى (ألمانيــا، إنجلترا، إيطاليا وإســبانيا) وحصة الولايات المتحدة لأصبح الإجمالى مساوياً (٩٠٪) من أرقام المبيعات.

تتم عمليات البيع نحو الخارج من خلال فروع مســتقلة إدارياً للشركة الأم، ومن ثم فإن تحديد مستويات المخزون فى هذه الفروع يبقى رهناً بتقديرات الإدارات المحلية.

هناك نظامان للتنبؤ بهذا النوع من السلع:

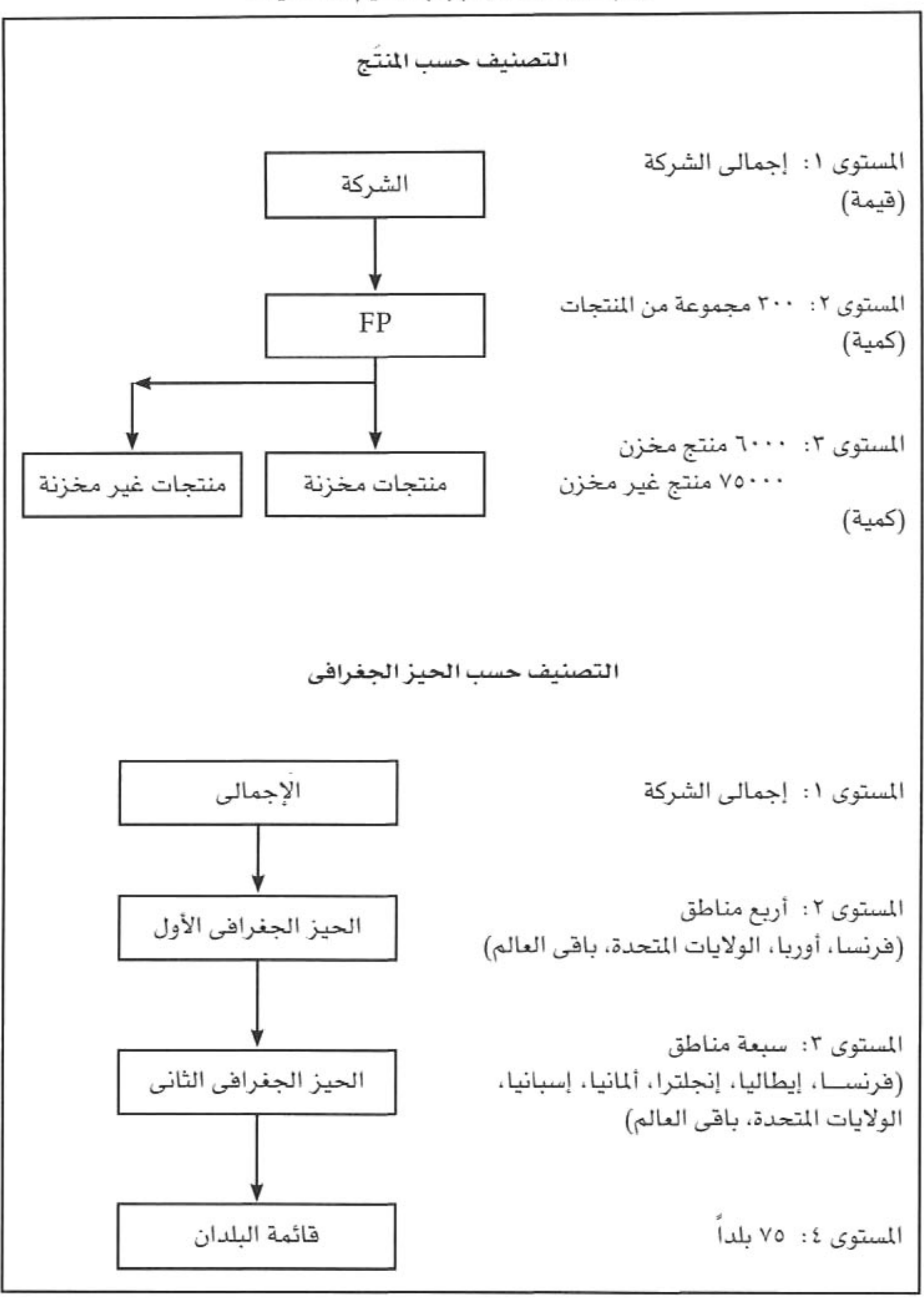
- واحد مخصص ومعد لفرنسا.
- والثانى معد للفروع المستقلة فى الخارج (المستوى ٣) وهو أكثر بساطة فى استخدامه بسبب ضعف المنافسات المحلية من جهة، وبسبب صعوبة الحصول على الإحصائيات المطلوبة فى البلدان الأجنبية من جهة أخرى.

٥-٢- طريقة التنبؤ لفرنسا:

٥-٢-١- إدخال الحالة الاقتصادية العامة:

يرتبط نشــاط هذه الشــركة بالبيئة الاقتصادية العامة، ومن ثم سيكون من المفيد محاولة تحديد المتغيرات التفســيرية المســتقلة ذات العلاقة، ولا يمكن إدخال الحالة الاقتصادية العامة إلا على المســتوى الإجمالى، أى على مســتوى إجمالى الشركة فى فرنسا. والهدف هنا هو فى محاولة البحث بواسطة معاملات الارتباط عن المؤشرات التقديميــة التى يمكــن من خلالها التنبــؤ بالتقلبات فى الحالــة الاقتصادية العامة. المعطيات المســتخدمة هى معطيات فصلية، ومن ثم فإن تحليل التأخيرات الزمنية يتم من أجل أربع فترات على الأكثر (عام واحد).

الرسم التوضيحى رقم (٤) تنظيم المعطيات



النموذج المعرف للتنبؤ هو من النمط التالى:

$$Log\ (ActFra^{CVS})_t = a_1\ x_{1,t-\theta_1} + a_2\ x_{2,t-\theta_2} + ... + a_k\ x_{k,t-\theta_k} + a_h\ t + a_0$$

حيث تمثل θ_i التأخيرات الزمنية بين كل واحد من المؤشرات $x_{i,t}$ المختبرة (استطلاع الرأى حول الوضع الاقتصادى، مؤشرات البناء، معدل الفائدة، ...) وبين سلسلة المبيعات المراد التنبؤ بها $ActFra^{CVS}$ (*Activité France Corrigée des Variations Saisonnières*).

تمثل a_i معاملات التثقيل لكل واحدة من المتغيرات التفسيرية وهذه المعاملات تُحدد بواسطة الانحدار المتعدد. المتغير t يمثل التطور الطبيعى للمبيعات (مركبة الاتجاه العام أو النزعة).

باستخدام طريقة انتقاء المتغيرات التفسيرية نحصل على النموذج المقدر النهائى التالى:

$$Log\ (ACTFRACVS) = 3.62 + 0.061 \times Trend + 0.0087 \times COLLECT\ (-3) + 0.041 \times ENCONJ\ (-3)$$

حيث:

LOG (ACTFRACVS): لوغاريتم النشاط الإجمالى الفرنسى المصحح من التقلبات الفصلية.

Trend: نزعة خطية وتم إدخالها لمراعاة التطور الطبيعى للمبيعات فى المنشأة ($Trend = 1, 2, 3, ...$).

COLLECT (-3): عدد المباشرين بالسكن الجماعى بتأخير زمنى قدره (٣) فترات (ثلاثة فصول).

ENCONJ (-3): استقصاء الحالة الاقتصادية حول إمكانيات الاستثمار بتأخير زمنى قدره (٣) فترات (ثلاثة فصول).

بعد إعادة المركبة الفصلية، يمكننا من خلال هذا النموذج إجراء التنبؤ لمجال طوله ثلاثة فصول للنشاط الإجمالى على مستوى فرنسا.

٥-٢-٢- التنبؤ على مستوى المجموعة المتجانسة من المنتجات:

إيجاد النموذج الاقتصادى القياسى (كما فى الحالة السابقة) على مستوى كل مجموعة (٣٠٠ مجموعة) ليس واقعياً للأسباب التالية:

- عدم توافر السلاسل الزمنية الطويلة لمعظم المجموعات.
- صعوبة إيجاد النماذج لكل المجموعات.

تقود هذه العناصر إلى إجراء التنبؤ على مستوى المجموعة بواسطة إحدى الطرائق ذات النمط الداخلى.

- **حساب المركبة الفصلية:**

تشـــير التحاليل المختلفة إلـــى وجود مركبة فصلية صناعية كلاســـيكية، أى وجود انخفاضات فى الأنشطة لشهرى آب وكانون الأول (انظر الشكل ١).

يمكن إذن حساب المعاملات الفصلية على مستوى المجموعة الواحدة (المستوى ٢ من التصنيف حســـب المنتَج). ويبدو أنه من المفضل حســـاب هذه المعاملات الفصلية ليس انطلاقاً من السلاسل الزمنية المأخوذة على مستوى أرقام المنتجات الفردية Références إنما على مستوى المجموعة المتجانسة من المنتجات FP وذلك للمزايا التالية:

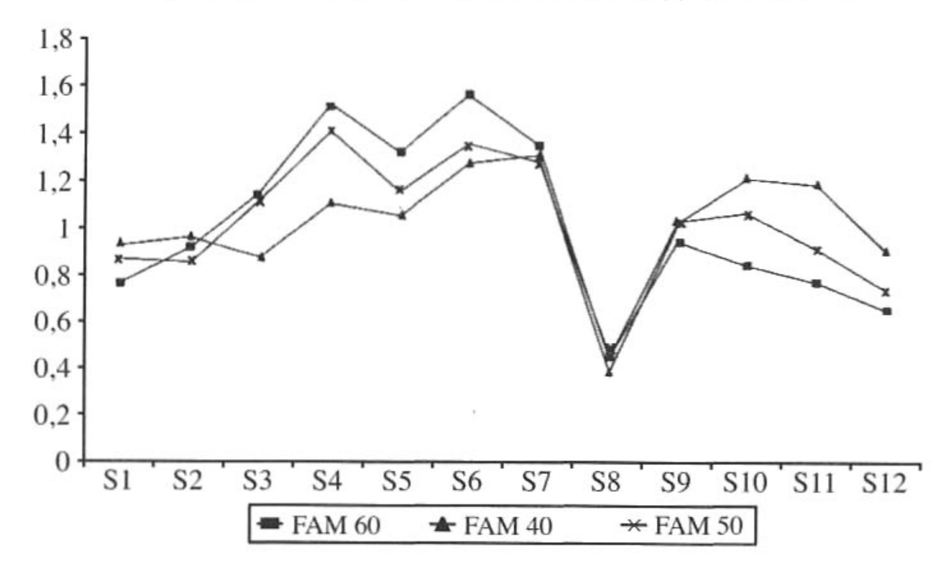
- المعاملات الفصلية تكون أكثر قوة؛ لأنها ستكون محسوبة على قيم مجمعة.
- التأثيرات فى تقليص المركبة الفصلية من جراء التداخل بين المنتجات منفردة ستكون معدومة.
- ظهور أى منتَج جديد ببيانات زمنية قصيرة يمكن إلحاقه بالمركبة الفصلية المناســـبة (مجموعة الانتماء)، ومن ثم يكون التنبؤ قد أخذ بعين الاعتبار التقلبات الفصلية.

- **تصفية (Filtrage) المسار الزمنى للسلسلة:**

قبـــل حســـاب التنبؤ الإحصائى يجـــب تصحيح السلســـلة الزمنية مـــن الطلبيات الاســـتثنائية. وهذا التصحيح يمكن إجراؤه إما فـــى البداية عند أخذ الطلبية أو بعد الكشف عن القيم الشاذة أو غير الطبيعية.



الشكل البيانى رقم (١) المعاملات الفصلية لثلاث مجموعات من المنتجات



يمكننا انطلاقاً من سلسلة الاستهلاك FP المصححة من التقلبات الفصلية تحديد مجال للثقة محسوباً على المشاهدات الفصلية الأربع والعشرين الأخيرة:

$$IC = \bar{x} \pm t^a \times \sigma_x$$

حيث

$\bar{x}$ تمثل متوسط الاستهلاك المصحح فصلياً والمحسوب على المشاهدات الأربع والعشرين الأخيرة.

σ_x الانحراف المعيارى للاستهلاك المصحح فصلياً والمحسوب على المشاهدات الأربع والعشرين الأخيرة.

t^a مؤشر قيمة التوزيع الطبيعى ضمن مستوى دلالة a ($t^a = 1.96$ فى حال أردنا فلترة (٥٪) من المشاهدات الأكثر ضعفاً أو الأكثر قوة)

كل المشاهدات الواقعة خارج هذا المجال تعتبر مشكوكاً فيها.

- تصحيح المسار الزمنى للسلسلة:

الهدف هنا عزل المشاهدات غير الطبيعية أو الشاذة، وذلك باستبدالها بقيم أخرى، ويوحى نظام التنبؤ المستخدم بالكشف عن المشاهدات التى يمكن أن تكون شاذة ويقترح تلقائياً قيم أخرى لاستبدالها.

يوافق القائم على النظام على اقتراح التبديل أو يعدله، وهو الوحيد القادر من خلال معرفته بالسوق على تأكيد أو نفى أى جزء غير طبيعى فى المعطيات.

- حساب التنبؤ:

يتم حساب التنبؤات على السلسلة الزمنية المصححة من التقلبات الموسمية والمصفاة من القيم غير الطبيعية بواسطة نموذج[(١)] Holt (صقل مركبة الاتجاه العام والمتوسط) مع إمكانية التحكم فى المعاملات.

بعد إعادة المركبة الفصلية، يقوم النظام تلقائياً بتوليد التنبؤات بالمستوى FP لمجال زمنى طوله (١٢) شهراً.

- التوافق بين التنبؤات لمجموعة المنتجات المتجانسة والتنبؤ للنشاط الإجمالى فى فرنسا:

أخيراً نجرى تجانساً بين التنبؤات على مستوى المجموعات المتجانسة من المنتجات مع التنبؤ للنشاط الاقتصادى (بواسطة نموذج الاقتصاد القياسى) الذى يأخذ بعين الاعتبار الحالة الاقتصادية. هذا التجانس يتم تبعاً للأوزان النسبية لكل تنبؤ (مجموعة × شهر).

(١) الفصل الثالث.

فإذا كان لدينا من أجل التوضيح البسيط فقط القيمة السنوية (٥٥٠٠٠٠) الناتجة من التنبؤ الاقتصادى القياسى للنشاط الإجمالى، فإن هذا التنبؤ يتم توزيعه أولاً على الأشهر الإجمالية بدلالة الوزن النسبى لكل شهر فى السنة (الجدول ٤).

الجدول رقم (٤) التنبؤ قبل إدخال النموذج الاقتصادى القياسى

الشهر	$FP1$	$FP2$	$FP3$	$FP4$	الإجمالى غير المقيد	الإجمالى المقيد
J	٨٥١٦	١٢٩٢٤	٢١٥٨٧	٢٧٥٣	٤٥٧٧٩	٥٥٥٦١
F	٨٠٢٠	١٢٧١٩	١٠٢٠٢	٢٣٢١	٣٣٢٦٢	٤٠٣٦٩
M	٩٧٩٠	١٤٣٢١	١٢٦١٠	٢٤٩٤	٣٩٢١٥	٤٧٥٩٤
A	٤٧٦٣	١٩٩٦٢	٢٠٥٧٠	٣٢٢٠	٤٨٥١٥	٥٨٨٨٢
M	٧٠٨٩	١٧١٦٧	١٠٨٧٥	٢٢٤٥	٣٧٣٧٧	٤٥٣٦٣
J	٦٠٦٥	١٧٩٥٧	١٤١٢٠	٢٨١٧	٤٠٩٥٩	٤٩٧١١
J	٨٠٠٧	١٧٤٥٤	١٧٦٩٧	٣٣٩٨	٤٦٥٥٧	٥٦٥٠٦
A	١٥٥٢	٥٢٦٧	٤٩٦٨	١٠٥٩	١٢٨٤٦	١٥٥٩١
S	٦٧٤٦	١١٥٢٢	١٣٨٧٩	٢٧٥٣	٣٤٩٠٠	٤٢٣٥٧
O	٥١٩٠	١٣٩٤٨	٢٨٢٥٢	٢٢٧٠	٤٩٦٦٠	٦٠٢٧١
N	٧١٨١	١١٧٦٥	١٦١٢١	٢٦٤٤	٣٨٢١٢	٤٦٣٧٧
D	٥٧٨٥	١٠٠٣١	٦٩٨٩	٣٠٨١	٢٥٨٨٦	٣١٤١٨
الإجمالى	٧٨٧٠٤	١٦٥٠٣٨	١٧٨٣٦٩	٣١٠٥٥	٤٥٣١٦٦	٥٥٠٠٠٠

ثم بعد ذلك يتم توزيع إجمالى الشهر الناتج فى الجدول (٤) على كل مجموعة من مجموعات المنتجات المتجانسة تبعاً للأوزان النسبية لكل مجموعة فى الشهر الجدول (٥).

فى حال إعادة تحديث القيم خلال العام، نقتطع من الإجمالى المحدد (المراد) المقدار المحقق من العام الجارى ثم نوزع الفرق، وفقاً للطريقة السابقة نفسها، على أشهر السنة المتبقية للتنبؤ.

الجدول رقم (٥) التنبؤ بعد إدخال النموذج الاقتصادى القياسى

الشهر	$FP1$	$FP2$	$FP3$	$FP4$		
J	١٠٢٣٥	١٥٦٨٥	٢٦٢٠٠	٢٣٤١		٥٥٥٦١
F	٩٧٣٣	١٥٤٣٧	١٢٣٨٢	٢٨١٧		٤٠٣٦٩
M	١١٨٨٢	١٧٣٨١	١٥٣٠٤	٣٠٢٧		٤٧٥٩٤
A	٥٧٨١	٢٤٢٢٨	٢٤٩٦٥	٣٩٠٨		٥٨٨٨٢
M	٨٦٠٤	٢٠٨٣٦	١٣١٩٩	٢٧٢٥		٤٥٣٦٣
J	٧٣٦١	٢١٧٩٤	١٧١٣٨	٣٤١٨		٤٩٧١١
J	٩٧١٨	٢١١٨٤	٢١٤٧٩	٤١٢٤		٥٦٥٠٦
A	١٨٨٤	٦٣٩٣	٦٠٣٠	١٢٨٥		١٥٥٩١
S	٨١٨٨	١٣٩٨٤	١٦٨٤٤	٣٣٤١		٤٢٣٥٧
O	٦٢٩٩	١٦٩٢٨	٣٤٢٨٨	٢٧٥٥		٦٠٢٧١
N	٨٧١٥	١٤٢٧٩	٢٠١٧٣	٣٢٠٩		٤٦٣٧٧
D	٧٠٢١	١٢١٧٥	٨٤٨٢	٣٧٤٠		٣١٤١٨
الإجمالى	٩٥٥٢٢	٢٠٠٣٠٤	٢١٦٤٨٣	٣٧٦٩١		٥٥٠٠٠٠

وكون التنبؤات بالحالة الاقتصادية قد تم حسابها بالقيمة فيمكننا تحويلها إلى كميات تقريبية من خلال تطبيق معامل déflatage.

٥-٢-٢- التنبؤ على مستوى رقم المنتَج Référence:

التنبؤات المتوافرة لدينا الآن هى على مستوى FP ولكن الغاية النهائية هى الحصول على التنبؤات على مستوى المنتَج الواحد المخزن. وفقاً لمبدأ تجانس التنبؤات (مجموع التنبؤات لمستوى أدنى يجب أن يساوى التنبؤ للمستوى الأعلى)، من المناسب تحديد قاعدة لتفتيت التنبؤ إلى المستوى الأدنى.

القاعدة المختارة بسيطة فالتفتيت يتم وفقاً للوزن النسبى للمنتَج فى مجموعته (أى فى الـ FP الخاص به) ومحسوباً بواسطة الصقل الآسى البسيط $(a = 0.3)$ على الأشهر الاثنى عشر الأخيرة (الوزن يبقى ثابتاً على مجال التنبؤ).

مجال التنبؤ يساوى ثلاثة أشهر بالنسبة لكل منتَج مخزن.

٥-٣- التنبؤ بواسطة الفروع ودمجها:

كل فرع من الفروع المستقلة للشركة الأم يتحمل إجراء التنبؤات الخاصة به بمساعدة آلية معينة وضعت تحت تصرفه. النماذج المستخدمة هى من نوع الصقل الآسى. وبعد التحقق من صلاحية التنبؤات من قبل المسؤول عن الفرع يتم دمج التنبؤات للعودة إلى المستوى الكلى (المستوى ١).

يبين الرسم التوضيحى رقم (٥) آلية معالجة التنبؤ.

الرسم التوضيحى رقم (٥) مثال لنظام التنبؤ فى المجال الصناعى

التنبؤ لفرنسا كلها
التنبؤ للفروع
تنبؤ FP
نموذج Holt (صقل)
تنبو بالنشاط الكلى (فرنسا)
نموذج اقتصادى قياسى
تنبؤ FP
نموذج Holt-Winters
التوافق بين التنبؤ القياسى
والتنبؤ على مستوى FP
تفتيت التنبؤ FP إلى
مستوى المنتج
تفتيت التنبؤ FP إلى
مستوى المنتج
التأكد من صلاحية
النموذج
التأكد من صلاحية
النموذج
الدمج

الغاية من المثال السابق إظهار كيفية استخدام طرائق التنبؤ التفسيرية، وكذلك الصقل الآسى فى الطريقة التنبئية الواحدة نفسها وإجراء التجانس فيما بينهما من أجل إدخال العناصر المتعلقة بالحالة الاقتصادية.

الفصل السادس
قطاع السلع الاستهلاكية المعمرة

بعد عرض خصائص قطاع السلع الاستهلاكية المعمرة نعرض أربعة أمثلة توضح آلية إجراء التنبؤ. المثال الأول مأخوذ من قطاع السيارات ويعالج سلعة ذات استثمار مهم للأسرة، فى حين أن المثال الثانى يتعلق بسوق أجهزة تسجيل الفيديو ومن خلاله نتعرف على تقنية خاصة تتمثل فى إدخال المتغير الصامت مما يمكننا من عزل حدث ما استثنائى يؤدى إلى زيادة فى المشتريات. المثال الثالث يخص قطاع الهاتف الجوال الذى يُبرز أهمية السياسة الإرادية للمنشأة. المثال الأخير يستعرض نظاماً متكاملاً للتنبؤ متوسط الأجل (بواسطة متغيرات اقتصادية كلية) وللتنبؤ قصير الأجل.

١- خصائص قطاع السلع الاستهلاكية المعمرة:

تمثل السلع الاستهلاكية المعمرة قطاعاً شديد التنوع يشمل سلعاً كثيرة بدءاً بالسيارات ومروراً بالأجهزة الكهربائية المنزلية ووصولاً إلى أصغر جهاز كهربائى. ورغم هذه التنوعية، فإن هناك بعض الخصائص العامة المميزة لهذه المنتجات تتعلق بها طريقة التنبؤ المختارة.

١-١- البيع يتم للأسر:

بعكس السلع الصناعية حيث يوجد عدد محدود من المشترين، هناك عدد كبير من المشترين بالنسبة للسلع الاستهلاكية المعمرة. كما أن الطلب على هذه السلع نادراً ما يواجه انخفاضات شديدة مفاجئة من عام إلى آخر. ففى فرنسا على سبيل المثال (٦٠) مليوناً من المستهلكين لا يتبنون عادة واحدة متجانسة فى الشراء وإنما لديهم تنوع كبير ومهم فى سلوكيات الشراء بعكس السلع الصناعية، فغالباً ما يكون هناك ثلاثة أو أربعة مشترين يشكلون الطلب الإجمالى. من هنا فإن الطرائق الداخلية للتمديد الخارجى للسلاسل الزمنية يمكن أن تكون مطبقة وإن كانت بشكل جزئى.

١-٢- للسلع سوق مضاعف:

عندما تدخل سلعة جديدة إلى السوق كالهاتف المحمول على سبيل المثال تكون المبيعات للسنة الأولى محدودة جداً، ثم تبدأ بالزيادة السريعة المترافقة مع نمو فى

معدل تجهيزات الأسـر. وعندمـا يبدأ هذا المعدل بالارتفـاع، (٢٠) إلى (٣٠٪) على سـبيل المثال، ينمو طلب آخر هو الطلب على تجديد السـلعة، أى إن السلع الأولى قد أصبحت مسـتعملة ويرغب المستهلكون فى استبدالها بتجهيزات جديدة أخرى. يوجد إذن سوق مضاعف:

- سوق التجهيز الأولىّ: ويعتبر مهماً فى مرحلة طرح المنتَج فى السوق.
- سوق الاستبدال: ويكون مهماً فى مراحل النضوج وبدء الانخفاض للمنتَج.

يتم إيجاد النموذج المناسـب للتنبؤ، عند توافر المعطيات، لكل من هذين السـوقين وهذا يُحسن من جودة التنبؤ الحاصل.

١-٣- للمنشآت إمكانية التأثير فى السوق:

تلعب السياسـة التسويقية للمنشـأة، فى حالة هذا النوع من السلع، دوراً مهماً فى التأثير فى السـوق. وهناك العديد من التأثيرات التى لا يسـتطيع القائم على التنبؤ أخذها بعين الاعتبار:

- «تأثير مواصفات المنتَج»: مما لا شك فيه أن لنوع جيد من السيارات أو لنوعية سيئة لمكنسة كهربائية دوراً مهماً فى تحديد حجم المبيعات لتلك المنتجات، وفى حال إجراء تعديلات على مواصفات الجودة لتلك المنتجات فإن ذلك سينعكس على حالة السوق بتأثير ما لا يستطيع المتنبئ إدخاله فى معلومات التنبؤ المستخدَمة.

كما يمكن الإشارة أيضاً إلى تأثير المنتَج نفسه effet de ligne أو تشكيلة المنتجات effet de gamme التـى لا يمكن أخذها أيضاً بعين الاعتبـار لدى القائم على التنبؤ. فتأثير طرح نوع جديد من السـيارات، وليكن MEGANE على مبيعات CLIO (تأثير تشـكيلة المنتجات)، يمكن دراسته لاحقاً، ولكن من المستحيل إجراء مثل هذه الدراسة على مستوى التنبؤات الكمية.

كما يمكن أن يكون لمواصفات الموديل نفسه تأثير فى المبيعات (تأثير المنتَج نفسه): سيارة ببابين، أربعة أبواب، مواصفات جديدة للمحرك أو للشكل ... إلخ.

المبيعات سـتتأثر إيجاباً أو سـلباً فى حالة تعديل مواصفات المنتَج، وسـيكون من الصعب إعطاء تقديرات تنبؤية كمية لتطور هذه السياسة.

بالمقابل هناك عناصر أخرى للسياسـة التسويقية المختلطة Marketing-mix التى يمكن للقائم على التنبؤ أخذها بعين الاعتبار، نذكر منها:

- تأثير الارتفاع فى الأسعار.
- تأثيــر الاســتثمار فى مجال الدعاية والإعلان فى الوســائل الأساســية كالصحف والراديو والتلفزيون.
- تأثيــر عمليات الترويــج للمبيعات. رغم أن هذا التأثير لا يمكن بســهولة تلخيصه فى سلســلة زمنية واحدة كونه يشــتمل على وســائل مختلفة (كوبونات، مسابقات، منشورات بريدية، ... إلخ).

تدخل كل هذه المتغيرات الداخلية المتعلقة بالمنشــأة فى بعض الســلع الاستهلاكية المعمرة. ودراســة تأثيرها ســيكون معالجاً فى الفصل القادم (السلع ذات الاستهلاك الكبيــر) حيث يكــون التدخل الإدارى للمنشــأة أكثر أهمية ووضوحــاً فى التأثير فى السوق.

١-٤- فلتر مراقبة التوزيع:

كلما اتجهنا نحو الســلع الاســتهلاكية ذات القيمة الفردية الصغيــرة ، وجدنا أن المنافسة تتم من قبل الموزعين كما تتم من قبل المستهلكين النهائيين الذين لا يشترون إلا المنتجات التى تعرض عليهم بوســائل تشجيعية. فإذا كانت المراقبة قوية على شبكات التوزيع بالنسبة لمصنعى السيارات، فإنها أقل كثيراً بالنسبة لمصنعى الأدوات الكهربائية المنزلية الصغيرة. على سبيل المثال:

- يستطيع مســؤولو الرفوف وضع بعض السلع ظاهرةً فى الأمام وبشكل خاص بعض الماركات دون غيرها.
- يمكن لبعض الموزعين استخدام المنتجات سلع جذب بأسعار مساوية أو أقل من سعر التكلفة، وذلك ضمن إطار سياســتهم التسويقية دون أن يكترثوا بإستراتيجية المنتِج بخصوص السعر أو مكان العرض.

١-٥- تأثر المبيعات من السلع المعمرة ببعض الأحداث:

يمكن أن نذكر هنا على ســبيل المثال معارض السيارات التى تشكل مناسبة لمبيعات كبيرة من السيارات بشكل مباشر أو غير مباشر، وكذلك إن حوادث أخرى مثل الألعاب الأولمبية وكأس العالم لكرة القدم تقود إلى زيادة ملحوظة فى مبيعات أجهزة تســجيل الفيديو.

سنختبر الآن أربعة أمثلة تتعلق بنماذج التنبؤ للسلع الاستهلاكية المعمرة.

إن تحديــد الطريقة الأمثل للتنبؤ يرتبط بالســعر الإفرادى للمنتَج المراد التنبؤ به، على سبيل المثال:

- بالنســبة للسيارات (عشــرات الآلاف من الفرنكات) نستخدم طرائق داخلية تعتمد على التنبؤ بمعدل اقتناء الســيارة وبمعدل الســيارات المحطمة، وكذلك نســتخدم طرائق خارجية تأخذ بعين الاعتبار بعض العناصر المتعلقة بالوضع الاقتصادى العام كالدخل وشروط الاقتراض للشراء وغيرها.
- بالنســبة لأجهزة الفيديو (بضعة آلاف من الفرنكات)، نســتخدم من أجل التنبؤ بها توفيقاً مــن الطرائق الداخلية (مركبة الاتجاه العام)، والخارجية (العناصر المرتبطة بالدخل وبحوادث استثنائية أخرى).
- أما بالنســبة للهاتف المحمول (بضع مئات من الفرنكات) فإننا نســتخدم توفيقاً من العناصر الداخلية والخارجية المتعلقة بالمنشأة، وبذلك نكون أخذنا بعين الاعتبار كلاً من تطور الطلب على هذه السلعة، والتأثير الإرادى للمنشأة فيها.

٢- معدل التجهيز وطلب الاستبدال: مثال السيارات:

٢-١- المبدأ الأساسى:

يتم التنبؤ بمرحلتين:

- إعــداد نموذج للتنبؤ متوســط الأجل، ويمثل هذا النمــوذج النمو فى معدل التجهيز الأولــىّ (أى معدل اقتناء الســيارة فى حالة الطلب على الســيارات) الذى يســمح بالحصول على النمو للأسطول البرى من خلال التنبؤات السكانية. من جهة أخرى، يتم الأخذ بعين الاعتبار لتطور ســوق السيارات المحطمة فى دراسة التشوه الحاصل فى فترة حياة الأسطول البرى. ومن خلال هاتين المركبتين نحصل على تقدير للطلب متوسط الأجل.
- الحســاب التراجعى: يستخدم هذا الإجراء بهدف فصل الانحرافات ما بين الطلب الملاحظ وبين الطلب المتوقع (الناتج من النموذج المختار). وتتم الاســتفادة من هذه الانحرافات فى إنشاء نموذج تفسيرى يضم متغيرات اقتصادية كلية.

من هنــا نلاحظ أن جودة التنبؤ فى الطلب على الســيارات ترتبــط بجودة التنبؤ للمتغيرات التفسيرية للنموذج.

٢-٢- نموذج التنبؤ متوسط الأجل:

الغاية من هذا النموذج هى التنبؤ السنوى بالطلب الإجمالى من السيارات أو بمعنى آخر التنبؤ بعدد القيود الجديدة المسجلة للسيارات. ليكن لدينا :

I_t: القيود المسجلة للعام t (Immatriculations).

P_t: الأسطول البرى من السيارات فى نهاية العام t (Parc automobile).

C_t: السيارات المحطمة للعام t (Casse automobile).

يمكن التعبير عن العلاقة بين المتغيرات السابقة على النحو التالى:

$$I_t = P_t - P_{t-1} + C_t$$

وبكتابة $\delta P_t = P_t - P_{t-1}$ التى تمثل الزيادة فى إجمالى أعداد السيارات خلال العام t، تصبح العلاقة السابقة كما يلى:

$$I_t = \delta P_t + C_t$$

يجب التنبؤ بشكل منفصل بالعناصر الظاهرة فى العلاقة السابقة أى P_t و C_t للحصول على تنبؤ إجمالى للسيارات المسجلة.

- التنبؤ بزيادة الأسطول البرى من السيارات:

ليكن لدينا :

P_t: الأسطول البرى من السيارات فى نهاية العام t.

PO_t: عدد السكان فى نهاية العام t.

TM_t: معدل امتلاك السيارة أى عدد السيارات لكل (١٠٠٠) ساكن فى نهاية العام t.

يكون لدينا :

$$TM_t = \frac{P_t \times 1000}{PO_t}$$

الفرضية الأولى بخصوص هذا النموذج هى أن تطور معدل اقتناء السيارة لا يرتبط بالحالة الاقتصادية العامة للبلد ولا بالهيكلية العمرية للأسطول البرى، ولكنه يتبع قانوناً للتطور الداخلى مرتبطاً بالزمن فقط. والقول بأن تطور حاجات بلد ما من الآليات يمكن تمثيله بواسطة نموذج داخلى أو ذى اتجاه عام يعنى تأكيد أن

تأثيرات الحالة الاقتصادية الجيدة أو السيئة فى قيود تسجيل السيارات ينعكس على وضع المحطم من تلك السـيارات، فعندما تكون الحالة العامة الاقتصادية جيدة فإننا نهمل السـيارات القديمة ونشترى الجديد منها، وعندما تكون الحالة الاقتصادية غير مشجعة، فإننا نخفض من نسبة المحطم ونقلل من نسبة شراء الجديد.

تشـرح بعض النماذج الرياضيـة[1] تطور مثل هذا النوع مـن الظواهر التى تتميز بانطلاقة بطيئة ثم تسـارع ومرور بنقطة انعطاف، وأخيـراً تباطؤ بالنمو واتجاه نحو معدل الإشباع.

يعتبـر النموذج المنطقى Modèle logistique ممثلاً جيداً لهذه الظواهر (الشـكل البيانى رقم ١)، ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة التالية:

$$TM_t = \frac{\overline{TM}}{1 + br^t}$$

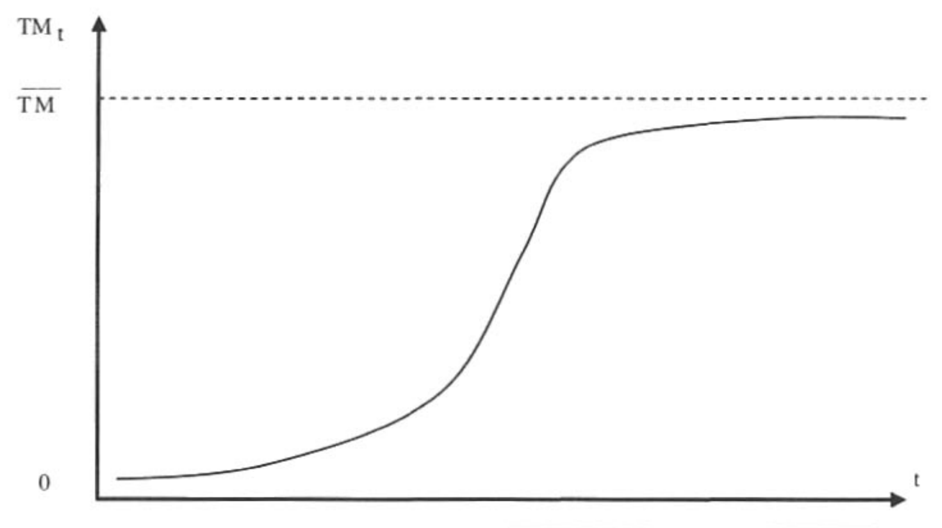
حيث:

$\overline{TM}$: تمثل درجة الإشباع لمعدل امتلاك السيارة.

r: معامل مرتبط بسرعة تطور الظاهرة.

b: معامل مرتبط بنقطة البداية الزمنية.

الشكل البيانى رقم (١) المنحنى المنطقى



(١) نماذج دورة حياة المنتج معروضة فى الفصل السابع.

يتميز هذا النموذج بسهولة تقديره بواسطة الأداة "SOLVEUR" من البرنامج إكسل (الفصل السابع الجزء الأول).

- التنبؤ بعدد السيارات المحطمة (منتهية العمر):

يرتبط عدد المحطم من السيارات فى العام t الذى نرمز له بالرمز C_t (المحطم يمثل «الموت» الطبيعى لانتهاء العمر أو بسبب الحوادث) بالحالة الاقتصادية (حيث لن نأخذ ذلك بعين الاعتبار فى مرحلة أولى) وبحجم الأسطول البرى من السيارات فى نهاية العام t-1 الذى نرمز له بالرمز P_{t-1} وبالهيكلية العمرية لهذا الأسطول. فعدد السيارات المحطمة يكون أكبر بالنسبة للأسطول البرى القديم منه بالنسبة للأسطول البرى الجديد. وعدم وجود سلاسل زمنية للمحطم من السيارات يقودنا إلى استخدام قانون احتمالى يمثل هذه السلسلة. نرمز بـ P^i_{t-1} لعدد السيارات ذات العمر من i-1 سنة إلى i سنة، فى نهاية العام t-1: $P_{t-1} = \sum P^i_{t-1}$ حيث يمثل i دليلاً يأخذ القيم من (٠) إلى (٢٠)، ونفترض أن عدد السيارات ذات العمر أكبر من (٢٠) سنة يمكن إهمالها مقارنة مع الحجم الكبير للأسطول البرى.

يمكن الوصول إلى السلسلة الزمنية الممثلة للمحطم من السيارات من خلال العلاقة التالية التى تربط بين عدد الأسطول البرى وعدد قيود المسجل من السيارات:

$$C_t = I_t - (P_t - P_{t-1})$$

ولنرمز بـ S^i_t لاحتمال كون سيارة ذات العمر بين i-1 وi سنة فى نهاية العام t-1 ما زالت «على قيد الحياة» ولم ترسل إلى مقبرة السيارات خلال العام t. يمثل الاحتمال المتمم $1-S^i_t$ احتمال كون السيارة نفسها قد انتهى عمرها خلال العام t.

الأسطول الذى عمره ما بين i وi+1 سنة فى نهاية العام t سيكون مساوياً للباقى بعد سنة واحدة من الأسطول الذى عمره ما بين i-1 وi سنة فى نهاية العام t-1. يعبر عن هذه العلاقة الشكل التالى:

$$P^{i+1}_t = P^i_{t-1}$$

لتحديد حجم المحطم من السيارات يكفى معرفة البنية العمرية لأسطول السيارات للعامi-1 أى P^i_{t-1} والتوزيع للقانون الاحتمالى للمتبقى على قيد الحياة من هذا الأسطول للعام t.

القانـــون الاحتمالى النظرى المناســـب لهذه الظاهرة هو قانون توزيع بواســـون وله الشكل التالى:

$$S_t^i = 1 - \sum_{k \le i} \frac{e^{-\lambda_t} \times \lambda_t^k}{k!}$$

حيث تمثل λ معامل قانون بواسون ويجب تقديره.

- التنبؤ متوسط الأجل لعدد قيود المسجل من السيارات:

يمكننا الآن التنبؤ طويل الآجل بعدد قيود السيارات المسجلة للعام $n + h$ الذى نرمز له بالرمز I_{n+h} من خلال الاستفادة من النمو فى عدد السيارات الإجمالية (الأسطول البـــرى) للعام $n + h$ الذى يتم الحصول عليه بواســـطة النموذج المنطقى ومن إجمالى السيارات منتهية العمر (المحطمة) للعام $n + h$.

نعبر عن ذلك باستخدام تعبير «السوق الاحتمالى أو المتوقع» للعام $n + h$.

نشير أيضاً إلى أن هذه التنبؤات تأخذ بعين الاعتبار التشوه فى التوزيعات الاحتمالية للمتبقى «على قيد الحياة» من الأسطول البرى للسيارات حسب العمر ومع مرور الزمن وكذلك النمو فى معدل التجهيز.

٢-٣- إدخال المتغيرات التفسيرية فى النموذج:

الغاية من إدخال المتغيرات التفســـيرية فى هذه الحالة هى التنبؤ بالطلب الإجمالى للظاهرة المدروسة لمدة سنتين، مع الأخذ بعين الاعتبار البيئة الاقتصادية الكلية.

يُعرف الســـوق فى السنة t أى I_t أنه المجموع للزيادة فى الأسطول البرى للعام t أى δp_t وللمحطم من الســـيارات فى العام نفسه C_t. ويتم تحديد هذا السوق بشكل كامل من خلال معرفة المؤشرات التالية:

- $\overline{TM}$ التى تمثل قيمة الإشباع لمعدل امتلاك السيارة.
- المؤشر λ الممثل للتوزيع الاحتمالى للمحطم من الأسطول البرى للعام t حسب عمره.

يمكننا الربط بين هذا المؤشر λ والمؤشرات الأخرى الاقتصادية الكلية ذات العلاقة بالحالة الاقتصادية العامة. ومن ثم فإن معرفة القيم المأخوذة من قبل هذه المتغيرات الكلية على المجال الزمنى المطلوب تسمح لنا بتعريف احتمالية مختلفة لتحطيم السيارة (ففى الحالة الاقتصادية السيئة يكون هناك ميل لدى الأسر لتصليح سياراتهم).

المتغيرات الاقتصادية الكلية التى تم اختبارها فى حالتنا هذه وعلى مستوى فرنسا هى التالية:

- مؤشر الأسعار العام.
- الاستهلاك الخاص (حجم).
- الاستهلاك الخاص (قيمة).
- أسعار الكتالوج النسبية (سعر الكتالوج للعام الماضى بالفرنك الجارى / المؤشر العام للأسعار).
- مؤشر شروط الاقتراض.
- السيولة لدى الأسر (قيمة).
- السيولة لدى الأسر (حجم).
- معـدل البطالة (الأشـخاص دون عمل المسـجلين لدى مكاتب التوظيف بمتوسـط سنوى / عدد السكان النشيطين فى منتصف العام).

باسـتخدام طرائق انتقاء المتغيرات التفسيرية المشروحة فى الفصل الرابع (الفقرة ٢-٥-) نصل إلى نموذج انحدار [1] من النمط التالى:

$$\lambda_t = a_1 P_t + a_2 LMVO_t + a_3 CPVO_t + a_4 \lambda_{t-1} + a_0$$

حيث:

P_t: المؤشر العام للأسعار.

$LMVO_t$: حجم السيولة لدى الأسر.

$CPVO_t$: حجم الاستهلاك الخاص.

٢-٤- التنبؤ قصير الأجل:

بعد أن يتم حسـاب التنبؤ متوسط الأجل والتحقق منه بشكل سنوى يكون ضرورياً الحصول على التنبؤ قصير الأجل أى لفترات شهرية.

(١) يعتبـر نموذج الانحدار الذاتى نموذجاً تفسـيرياً يتم من خلاله اعتبار المتغير الواجب تفسـيره باعتباره متغيراً تفسـيرياً مؤخـراً لفترة زمنية واحدة أو أكثر. أى إننا نشـرح المتغير التابع من خلال قيمه السابقة.

يتم فى المرحلة الأولى من حساب التنبؤات الشهرية تحديد المعاملات الفصلية الشهرية باستخدام الشكل التضاربى (انظر الفصل الثانى) ويُعبر عنها بشكل نسبى. بعد ذلك يتم حساب التنبؤ قصير الأجل بسهولة من خلال تقسيم التنبؤ السنوى إلى أشهر بدلالة التصحيح لأيام العمل وللمعاملات الفصلية، مع الأخذ بعين الاعتبار تأثير مركبة الاتجاه العام بين السنوات.

من مزايا هذه الطريقة أنها تسمح لنا بالبحث عن النماذج المناسبة المتعلقة بالزيادة فى الأسطول البرى والنماذج الخاصة بالمحطم من السيارات. كما تتميز بإدخال متغيرات تفسيرية تتعلق بالحالة الاقتصادية العامة المؤثرة فى سلوكيات الأسر.

٣- التأثير للحوادث الاستثنائية: مثال أجهزة الفيديو:

٣-١- وضع المسألة وطريقة المعالجة:

غالباً ما تواجه المؤسسات المنتجة أو المستوردة أو الموزعة لأجهزة الفيديو تقلبات فصلية مهمة عائدة بشكل خاص لتأثير بعض الحوادث المتلفزة التى تؤدى إلى زيادة فى الطلب على هذه الأجهزة. وللأخذ بعين الاعتبار لهذه العناصر غير الثابتة فإننا نستخدم طريقة المتغيرات الصامتة La méthode des variables muettes.

٣-٢- إدخال الحوادث الاستثنائية باستخدام متغير صامت:

يتم شراء أجهزة الفيديو لتسجيل بعض البرامج أو المسلسلات التى تهم المشترى وخصوصاً بعض المجريات الرياضية كالألعاب الأولمبية على سبيل المثال. لذلك من الضرورى الأخذ بعين الاعتبار هذه الظواهر التى تشوش الحركة الاعتيادية لمسار السلسلة الزمنية الممثِّلة لمبيعات هذه الأجهزة، ومن أجل ذلك فإننا ننشئ متغيراً صامتاً أى سلسلة لا تأخذ إلا القيم (عندما لا تحدث الظاهرة) وعندما تتحقق تلك الظاهرة. فى المثال الحالى، ليس لكل الحوادث الصدى نفسه بالنسبة للمشترى، ومن ثم لا بد من إحصاء الحوادث الممكن أن تدخل فى إطار هذا التحليل لإنشاء تدرج فيما بينها، على سبيل المثال:

- حوادث من النوع الأول (كأس أوربا لكرة القدم).
- حوادث من النوع الثانى (كأس العالم لكرة القدم).
- حوادث من النوع الثالث (الألعاب الأولمبية)، ...إلخ.

التثقيل لكل نمط من الحوادث السابقة يتم من خلال المختصين وتبعاً لشكل التأثير ويمكن إنشاء المتغير الصامت من خلال الإدراك المسبق الجدى حول التأثير النسبى لمختلف الظواهر ، مع الأخذ بعين الاعتبار شكل امتصاص أو تلاشى هذه الحوادث، فالطلب المتضخم بشكل اصطناعى يمكن أن ينخفض فيما بعد لتعويض الارتفاع السابق. تعتبر الحوادث من النوع الأول الأخفض من ناحية التثقيلات، وهى تعطى قيمتين يساوى كل منهما (٠,٢٥)، الأولى فى شهر الحدث نفسه والثانية فى الشهر السابق للحدث، ودون وجود امتصاص بعد ذلك. بالنسبة للنوع الثانى فإن التثقيل يساوى (٠,٢٥) للشهرين السابقين و(٠,٥) لشهر الحدث و(-٠,٢٥) للامتصاص فى الشهرين التاليين. فى النوع الثالث نعطى (٠,٢٥) للشهرين السابقين ولشهر الحدث، و(٠,٢٥) كامتصاص للشهر التالى للحدث. لا يمكن للمجموع على الشهر نفسه لعدة حوادث أن يتجاوز القيمة (٠,٥).

بمساعدة هذه الفرضيات، يمكننا إنشاء متغير تفسيرى خاص يأخذ بعين الاعتبار هذه الحوادث. ويظهر هذا المتغير بعد ذلك فى نموذج التنبؤ فى الوقت نفسه مع مركبة الاتجاه العام (التطور الطبيعى للمبيعات) ومتغير النفقات الدعائية ومتغير دخل الأسر والتخفيضات ... إلخ.

٤- التنبؤ للأسواق الجديدة: سوق الهاتف المحمول:

٤-١- عرض المشكلة:

يعتبر سوق الهاتف الجوال من الأسواق الحديثة المتميزة بنمو كبير وغير مشبع. ففى فرنسا هناك ثلاثة مزودين للخدمة: Itineris, SFR, Bouygues Telecom، وهذا الوضع من احتكار الأقلية يولد نشاطاً تسويقياً قوياً جداً وعروضاً كثيرة وجديدة. لا يمكننا هنا استخدام طرائق التنبؤ التقليدية للسلاسل الزمنية المستندة إلى تحليل مسار المبيعات لهذه السلاسل. فلا بد إذن من شرح التقلبات فى حصة السوق بواسطة العوامل الخارجية (الدعاية، ترويج المبيعات، معدل التغطية، ...).

نفترض فى حالتنا هذه وجودنا فى نهاية العام ١٩٩٨[١] ونرغب فى إجراء التنبؤ للعام ١٩٩٩. يجب على النموذج المستخدم إعطاء تنبؤ لعدد المشتركين (مشترى بطاقة SIM[٢]) لمدة (١٢) شهراً. التنبؤ هنا يتم على مستويين، التنبؤ بالسوق والتنبؤ بحصة السوق.

---

(١) طريقة التنبؤ المعتمدة هنا تتفق مع فترة البيانات المتوافرة وتتناسب مع مرحلة من مراحل حياة المنتج وهى غير صالحة للتطبيق فى مرحلة الإشباع حيث يكون السوق مستقراً.

(٢) تمثل هذه البطاقة الوسيلة المستخدمة لتفعيل الخط الهاتفى والتعريف بحامله.

٤-٢- التنبؤ بالسوق:

يمثل الســوق المبيعات الإجمالية الشــهرية (على ٣٦ شــهراً) من البطاقات SIM. ولإجــراء التنبؤ تم اعتماد طريقة مــن النوع الداخلى، وذلك لأنــه لا يوجد أى متغير تفســيرى سوى النمو الطبيعى للسوق، يسمح بنمذجة تطور هذا السوق بإحدى طرائق التحليل الخارجية. مراحل الحساب هى التالية:

- تحليل الفصلية وحساب السلسلة المصححة من التقلبات الفصلية:

يشير الرسم الممثل لتحليل المركبة الفصلية (الرسم البيانى ٢) إلى وجود بروز مهم جداً فى شــهر كانون أول (هدايا نهاية العــام)، وذلك لأن المبيعات من البطاقات يبدو أكبر بمرتين من المتوسط العام للمبيعات فى السنة.

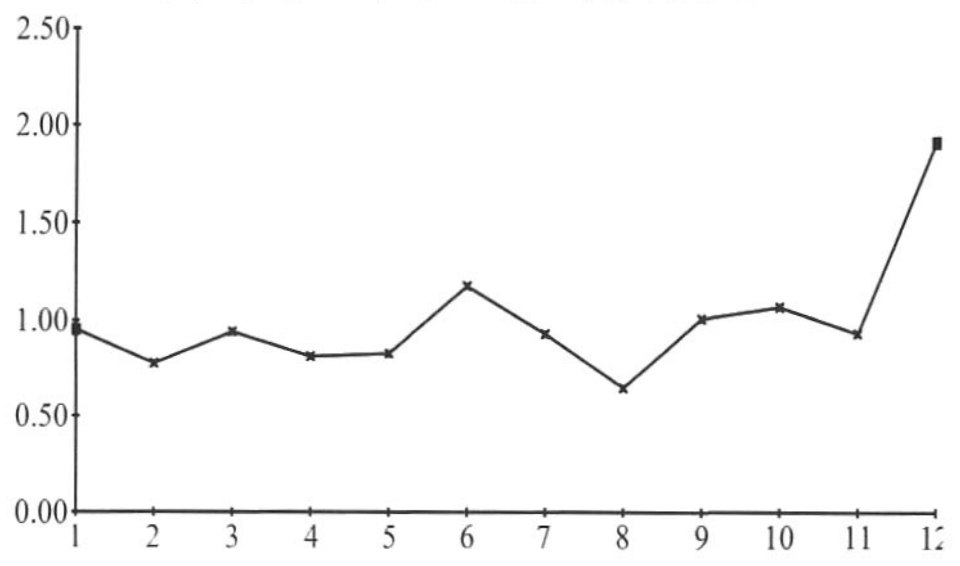
وبعد حساب المعاملات الفصلية يمكننا حساب قيم السلسلة الجديدة المصححة من التقلبات الفصلية CVS.

- إيجاد النموذج بواسطة الصقل الأسى:

تم اســتخدام نمــوذج Holt (الصقل لمركبة الاتجاه العــام وللمركبة الفصلية) على السلسلة منزوعة المركبة الفصلية. يبين الجدول (١) نتائج التقدير لنموذج Holt.



الشكل البيانى رقم (٢) المركبة الفصلية للهاتف الجوال (اشتراك)



الجدول رقم (١) نموذج Holt المطبق على المبيعات CVS من البطاقات SIM بالآلاف (الملف C6EX1.XLS)
ALPHA ٠,٢٠ BETA ٠.٣٠

التاريخ	المبيعات CVS	a_{0t}	a_{1t}	التنبؤ
ك٢-٩٦	٦٣.٦٧	٦٣.٦٧	٠.٠٠	–
ش-٩٦	٩٩.٩٩	٧٤.٥٧	٢.١٨	٦٣.٦٧
آ-٩٦	٩٠.٩٦	٨١.٠١	٣.٠٣	٧٦.٧٥
ن-٩٦	١٠٦.٤١	٩٠.٧٥	٤.٣٧	٨٤.٠٤
...	...	...	...	...
آب-٩٨	٥٤٦.٤٨	٥٧٢.٩٣	١٥.٧٦	٥٨٤.٢٦
أ-٩٨	٦١٦.٥٠	٥٩٧.٠٣	١٧.٤٣	٥٨٨.٦٩
ت١-٩٨	٦٦٤.٧٠	٦٢٩.٧٠	٢٠.٤٤	٦١٤.٤٦
ت٢-٩٨	٧٣٥.٣٢	٦٧٥.٥٨	٢٥.٢٦	٦٤٩.٩٧
ك١-٩٨	٥٦٩.٥٢	٦٦١.٦٥	١٧.٦٧	٧٠١.١٤

- التنبؤ والمعالجة الفصلية:

في شـــهر كانون أول من العام ١٩٩٨ ووفقاً لمعطيات الجدول السابق لدينا متوسط للمبيعات يســـاوي (٦٥. ٦٦١)، وبنمو مقداره (١٧.٦٧) شـــهرياً، ومن أجل مجال زمني قـــدره (١٢) شـــهراً يكون لدينـــا، بتطبيق العلاقة الكلاســـيكية على الفتـــرة الأخيرة: (١٧.٦٧×١٢=٢١٢.٠٤) أي نحو (٢٠٠٠٠٠) مشـــترك إضافي كل شـــهر، ولكي نكون عقلانيين في حســـاباتنا فإننا نســـتخدم إجراء رياضياً $(\sqrt{h})$ يخفف من حركة الاتجاه العام مع اعتبار h مجال التنبؤ حيث $h = 1, 2, ..., 12$.

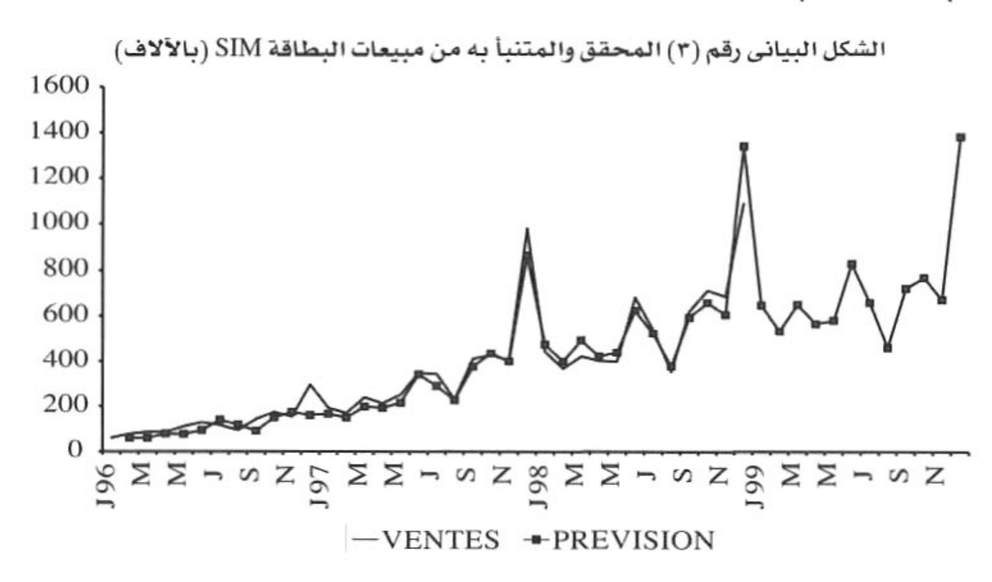
فمن أجل شـــهر نيســـان لعـــام ١٩٩٩: $661.65 + 17.67 \times \sqrt{4} = 696.98$. يبين الجدول رقم (٢) هذه التنبؤات.

الجدول رقم (٢) التنبؤ والمعالجة الفصلية

التاريخ	التنبؤ CVS	المعاملات الفصلية	التنبؤات الفصلية
ك٢-١٩٩٩	٦٧٩,٣٢	٠,٩٥	٦٤٧,٨٧
شباط	٦٨٦,٦٣	٠,٧٨	٥٣٣,٦٨
آذار	٦٩٢,٢٥	٠,٩٤	٦٥١,٢٨
نيسان	٦٩٦,٩٨	٠,٨١	٥٦٦,٧٥
أيار	٧٠١,١٥	٠,٨٣	٥٨١,٥٠
حزيران	٧٠٤,٩٢	١,١٨	٨٣٠,١٤
تموز	٧٠٨,٣٩	٠,٩٣	٦٦٠,٢٩
آب	٧١١,٦٢	٠,٦٥	٤٦١,٣٣
أيلول	٧١٤,٦٥	١,٠١	٧٢١,٦٧
ت أول	٧١٧,٥١	١,٠٧	٧٦٩,٥٩
ت ثان	٧٢٠,٢٤	٠,٩٣	٦٧٣,٠٢
ك١	٧٢٢,٨٥	١,٩١	١٣٨١,٢٩

يبين الشكل البيانى رقم (٣) القيم الحقيقية المحققة والقيم المتنبأ بها للمبيعات من البطاقة **SIM** بالآلاف.

الشكل البيانى رقم (٣) المحقق والمتنبأ به من مبيعات البطاقة SIM (بالآلاف)



٤-٣- التنبؤ بحصص السوق:

يرتبط التغير فى حصة الســوق لأحد مقدمى الخدمة بالنفقات الإعلامية وبعمليات الترويج للمبيعات التى يقدمها للمشتركين، وكذلك بمعدل التغطية (فى العام ١٩٩٨ وفى أثناء إجراء هذه الدراسة لم يكن لأى مقدم لهذه الخدمة تغطية فى حدودها العظمى).

النموذج التالى هو المستخدم للتنبؤ بحصة السوق لمقدم خدمة ما[١]:

$$PM_t = a_0 + 0.09 \times Ip_t + 0.19 \times PP_t + 0.11 \times TC_t$$

حيث:

PM_t: حصة السوق للشهر t.

IP_t: مؤشر السعر المتوسط للدقيقة الواحدة فى الشهر t.

PP_t: متغير ترويجى يتعلق بالعرض التشجيعى "Pack" للشهر t.

TC_t: معدل التغطية للسكان الفرنسيين للشهر t.

نلاحظ من المعادلة المقدرة أن المتغير المتعلق بالعرض التشجيعى يلعب الدور الأهم فى زيادة حصة السوق، ويأتى بعد ذلك متغير معدل التغطية ومن ثم متغير سعر الدقيقة.

يأخذ هذا النموذج بعين الاعتبار السياســة الإرادية لمقدم الخدمة المتعلقة بحصته فى الســوق، وإذا تم التأكد من صلاحية هذا النموذج فإنه يسمح بإجراء التنبؤ لحصة الســوق مع بعض الافتراضات المتعلقة بالقيم المســتقبلية للمتغيرات التفسيرية، وهذه الافتراضات ممكنة التحقق لأن العوامل التفسيرية مدارة من قبل مقدم الخدمة.

٤-٤- التنبؤ بعدد المشتركين:

يتم الحصول على التنبؤ النهائى بعدد المشتركين من خلال المقابلة بين التنبؤ بالسوق والتنبؤ بحصة السوق. مجال التنبؤ المستخدم هو (١٢) شهراً.

يناســب نموذج التنبؤ المســتخدم هنا مرحلة حياة محددة لنشاط الهاتف المحمول (العام ١٩٩٩) إذ لم يكن هذا السوق فى ذلك الوقت مشبعاً وكان هناك نشاط تسويقى كبير ومعــدلات تغطية غير تامة، وعندما تتغير هذه الشــروط يصبح ضرورياً إجراء تعديل على تقنية التنبؤ بحيث تتلاءم مع المواصفات الجديدة لهذا النشاط.

(١) القيمة المقدرة للحد الثابت a_0 ليست معروضة.

٥- مثال للتنبؤ ببيع قطع غيار السيارات: إنشاء شبكة إمداد متكاملة chaîne logistique intégrée:

٥-١- عرض المسألة:

المنشـــأة هنا تقوم بتوزيع الإكسسوارات وقطع الغيار للسيارات (مساحات الزجاج، الأصبغـــة، لمبات كهربائية، بطاريـــات، ... إلخ) بإجمالى قـــدره (١٥٠٠٠) مادة بأرقام تعريفية لكل منتَج، وهذه المواد تم تجميعها ضمن مجموعات تجارية متجانسة عددها (١٥٠). تلعـــب التأثيـــرات الدعائية للموزعين (وكلاء الســـيارات) دوراً مهماً جداً فى المبيعـــات، وعادة ما تقوم شـــركات الإعـــلان بهذا الدور ويكون العنصر الأســـاس هو تخفيض السعر عند الشراء بكميات.

الهدف من وضع نظام للتنبؤ والتخطيط هو تحسين أداء إدارة المخزون أى تخفيض مستوى المخزون مع زيادة جودة معدل الخدمة. إن التوافق بين هذين الهدفين المتعارضين مبدئيـــاً يمكن الوصول إليه من خلال وجود نظام يعمل على جعل التدفقات الفيزيائية من البضائع فى الشـــكل الأمثل، وهذه التدفقات تشمل محفظة الطلبيات (المشتريات والزبائن)، مســـتوى المخزون الموجود، جودة الخدمات المرغوب فيها، التنبؤات قصيرة الأجل وطويلة الأجل. ولكى تكون هذه الشبكة اللوجستية على النحو الأمثل، نستخدم النظام المســـمى DRP (Distribution Requirement Planning). ويعتبر وجود نظام آلى للتنبؤ وللتخطيط أداة مساعدة لدى الإداريين فى اتخاذ القرار.

يوجد عدة غايات لإجراء التنبؤ فى قطاع سلع قطع الغيار:

- فالتنبؤ على المدى الطويل يفيد بتعريف إستراتيجية المنشأة.
- والتنبؤ على المدى المتوسط يساعد فى تجهيز الميزانيات.
- والتنبؤ على المدى القصير جداً يسهم فى جعل الإمدادات فى حدودها المثلى.

يتـــم إجراء التنبؤ على المدى الطويل (٣ ســـنوات) بشـــكل تجميعى (على مســـتوى المجموعات المتجانســـة من المنتجات) والميزانية المحضرة فى شهر حزيران من العام A للعام التالى A-1 تدخل ضمن التقسيم نفسه. أما التنبؤات للاستهلاك القصير الأجل فيتم تحضيرها على مستوى المنتجات الفردية.

٥-٢- الخطة التسويقية للمبيعات:

تهدف الخطة التســويقية إلى حســاب تنبؤات ســنوية للمبيعات لكل مجموعة من المجموعات المتجانســة من المنتجات حســب البلد. ويعبر عــن هذه التنبؤات بالحجم ولكن يمكن التعبير أيضاً عنها بأرقام الأعمال.

يتم الحصول على الخطة التســويقية الثلاثية كل عام فى شــهر آذار وتغطى فترة السنوات الثلاث القادمة.

ولكــون قطاع قطع الغيار مرتبط بشــدة بالبيئة الاقتصادية العامة وبشــكل خاص ببيئة قطاع السيارات، فإنه يتم الحصول على التنبؤ انطلاقاً من نموذج تفسيرى، حيث يتم حســاب التنبؤات بالحجم من خلال تقنية الانحدار المتعدد وتبعاً لمؤشــرات تطور السوق التى يمكن أن تشمل:

- مؤشرات اقتصادية كلية (معدل الفائدة، استهلاك الأسر، الادخار، ... إلخ).
- مؤشرات قطاعية (عدد قيود التسجيل للسيارات، الأسطول البرى، ... إلخ).
- مؤشرات تتعلق بالسياسة التسويقية للمنشأة (ميزانية ترويج المبيعات، عدد الزيارات التى يجريها البائعون، ... إلخ)

اعتمــاداً على الفرضيات الخاصة بتطور هذه المؤشــرات المختلفة، يمكن حســاب التنبؤ للأعوام $A+1$، $A+2$ و$A+3$.

يمكن تحويل التنبؤات حســب الحجم إلى تنبؤات حســب رقــم الأعمال من خلال السعر المتوسط للوحدة الواحدة.

يقــوم مدير النظام (رئيس تســويق المنتَج) باقتراح المؤشــرات الممكن إدخالها فى النموذج، ومن خــلال النظام المزود بآلية انتقاء أوتوماتيكية لهذه المتغيرات يتم تحديد نموذج التنبؤ الأمثل الذى سيكون خليطاً من المؤشرات التفسيرية.

على ســبيل المثال، مــن أجل مجموعة المنتجات المتعلقة بلمبات الإنارة للســيارات، يكون النموذج المقدر على (١٠) سنوات ($t = 1.10$) هو التالى:

$$V_t = \underset{(0.9)}{3.4}\ \mathrm{Rro}_t + \underset{(3.2)}{10.8}\ Rarc_t - \underset{(0.5)}{1.8}\ Tir_t + 320.1$$

$$R^2 = 0.89$$

$$n = 10$$

حيث:

V_t: المبيعات من مجموعة لمبات الإنارة للعام t.

Pro_t: التخفيضات المعبر عنها بالفرنك للعام t.

$Parc_t$: أسطول السيارات المعبر عنه بـ (١٠٣) (لجزء من السوق).

Tir_t: معدل الفائدة الحقيقى.

R^2: معامل التحديد.

n: عدد المشاهدات.

الأرقام الموجودة بين أقواس وتحت قيم المعاملات المقدرة تمثل الانحرافات المعيارية للمعالم المقدرة.

- التفسير:

يتم الحكم بشكل أساسى على الجودة الإحصائية لنموذج الانحدار المتعدد من خلال تفسير الانحرافات المعيارية للمعالم المقدرة.

يكفى من أجل ذلك إجراء مقارنة بالقيمة المطلقة للنسبة ما بين قيمة كل معامل من المعاملات المقدرة إلى انحرافه المعيارى مع القيمة الجدولية لتوزيع ستيودنت ذى $n - k - 1$ درجة حرية (تمثل k عدد المتغيرات التفسيرية وهنا تساوى ٣) وضمن مستوى دلالة a مختار $(t_6^{0.05} = 2.36)$. فى مثالنا الحالى، النسب الثلاثة $(3.4/0.9 = 3.7,\ 10.8/3.2 = 3.4,\ 1.8/0.5 = 3.6)$ أعلى من القيمة (٢،٣٦)، ومن ثم فإن المؤشرات المنتقاة تشرح التقلبات فى المبيعات من المادة المذكورة.

يمكن بعد ذلك الحصول على التنبؤات من خلال وضع قيم المؤشرات التفسيرية للسنوات المختارة فى النموذج المقدر.

على سبيل المثال، بالنسبة للعام ١١:

$$V_{11} = 3.4\ \mathrm{R}ro_{11} + 10.8\ Rarc_{11} - 1.8\ Tir_{11} + 320.1$$

$$V_{11} = 3.4 \times 5500 + 10.8 \times 126 - 1.8 \times 6.2 + 320.1 = 20369$$

٥-٣- تحضير الميزانية المتحركة للمبيعات:

يتم تحضير ميزانية المبيعات من واقع الخطة التسويقية للعام A ويتضمن ذلك حساب الميزانيات الشهرية للمبيعات باستخدام المعاملات الفصلية المحسوبة على

السلسلة الزمنية المكونة من أربع سنوات، وذلك كما هو موضح فى الجدول رقم (٣) بالنسبة لمجموعة سلع لمبات الإنارة الخاصة بالسيارات.

الجدول رقم (٣) حساب الميزانيات الشهرية لخطة التسويق

الشهر	المعاملات الفصلية	الميزانية الشهرية
ك٢	٠,٩٠	١٥٢٢
شباط	٠,٩٢	١٥٥٧
آذار	١,١٥	١٩٥٧
نيسان	١,١٣	١٩١٧
أيار	٠,٩٣	١٥٨٣
حزيران	٠,٨٢	١٣٩١
تموز	١,٣٠	٢٢٠٧
آب	٠,٨٧	١٤٧٢
أيلول	٠,٧٧	١٣١١
ت أول	١,٠٨	١٨٣٨
ت ثان	١,٠٧	١٨١٦
ك١	١,٠٦	١٧٩٧
	الإجمالى	٢٠٣٦٩

٥-٤- التنبؤ بالمبيعات حسب رقم المنتَج (Référence):

يتم حساب التنبؤات للمواد المصنفة حسب مرجعيتها، فى مرحلة أولى، بواسطة نموذج Holt-Winters. وهذه التنبؤات لـ (١٥٠٠٠) مادة تتم بشكل منفصل كلياً عن التنبؤات السابقة المحسوبة حسب المجموعات.

ولكن وفقاً لمبدأ التجانس فى التنبؤات فإن مجموع التنبؤات لمستوى أدنى يجب أن يساوى التنبؤ فى المستوى الأعلى، ومن ثم فإنه من المناسب إجراء عملية «ضبط» normaliser للتنبؤات حسب رقم المنتَج.

نجرى إذن فرضية أن التنبؤ فى المستوى الأعلى هو دائماً أفضل من مجموع التنبؤات فى المستويات الأدنى. فكلما تعاملنا مع مستوى تجميعى أو على مستوى عدة مواد أو

لفترات أكثر طولاً أو كليهما، أصبح خطأ التنبؤ المتوقع أقل. فتجميع التنبؤات المحسوبة على مســتوى دقيق جداً يقــود إلى خطر الوقوع فى أخطاء كبيــرة، وذلك لأن تباينات الأخطاء تتراكم بالقيمة المطلقة. الجدول رقم (٤) يبين حساب الضبط للتنبؤات.

الجدول رقم (٤) ضبط التنبؤات المحسوبة على مستوى المنتَج لشهر ما

	قبل الضبط	بعد الضبط
التنبؤ حسب المجموعة	٤٠٠	٤٠٠
إجمالى المواد	٣٥٦	٤٠٠
التنبؤ للمادة ١	٢٣٠	٢٥٨
التنبؤ للمادة ٢	١٢٠	١٣٥
التنبؤ للمادة ٣	٦	٧

فى نهاية هذه المرحلة نحصل على التنبؤات للاستهلاكات الشهرية حسب كل منتَج. وهذه التنبؤات تتوافق كلياً مع خطة التسويق للمبيعات ومع الميزانية.

٥-٥- خطة التموين[1] والإمداد:

يتعلق حســاب DRP "Distribution Requirement Planning" بحســاب خطة التموين التنبؤية المســتندة إلى التنبؤات بالاســتهلاك التى تأخذ بعين الاعتبار القيود، وكذلك السياسات الخاصة بإدارة المخزون للمنتجات حسب أهميتها من ناحية الجودة للخدمة، وتدوير المخزون، وعدد الممولين، ... إلخ.

تســمح هذه المرحلة الأخيرة من مراحل الشــبكة اللوجستية لـ DRP بإنشاء خطة للمخزون وخطة للتمويل الأســبوعى وذلك تبعاً لتنبؤات الاستهلاك وللمخزون الموجود ولحركة الطلبيات.

تمثل الكميات المحسوبة للتموين من المواد المتوقع استهلاكها القيم المثلى للطلبية ولكن يمكن لهذه الكميات أن تكون معدلة تبعاً لبعض القيود مثل تلك الناجمة عن عملية تجميع الطلبيات لغايات اقتصادية أو إدارية أو مالية (الحسميات تبعاً لأرقام المبيعات).

(١) حول العلاقة بين التنبؤ بالطلب والتمويل يمكن العودة إلى المقالة «كيف نجعل التمويل فى الشكل الأمثل؟» ١٩٩٥ Bourbonnais, Vallin.

عند وجود طلب للتموين من مادة ما، يتم تحديد الكمية المثلى المطلوب إعادة التموين بها بشكل أوتوماتيكى، وتمثل اقتراحاً يجب المصادقة عليه من قبل إدارة النظام.

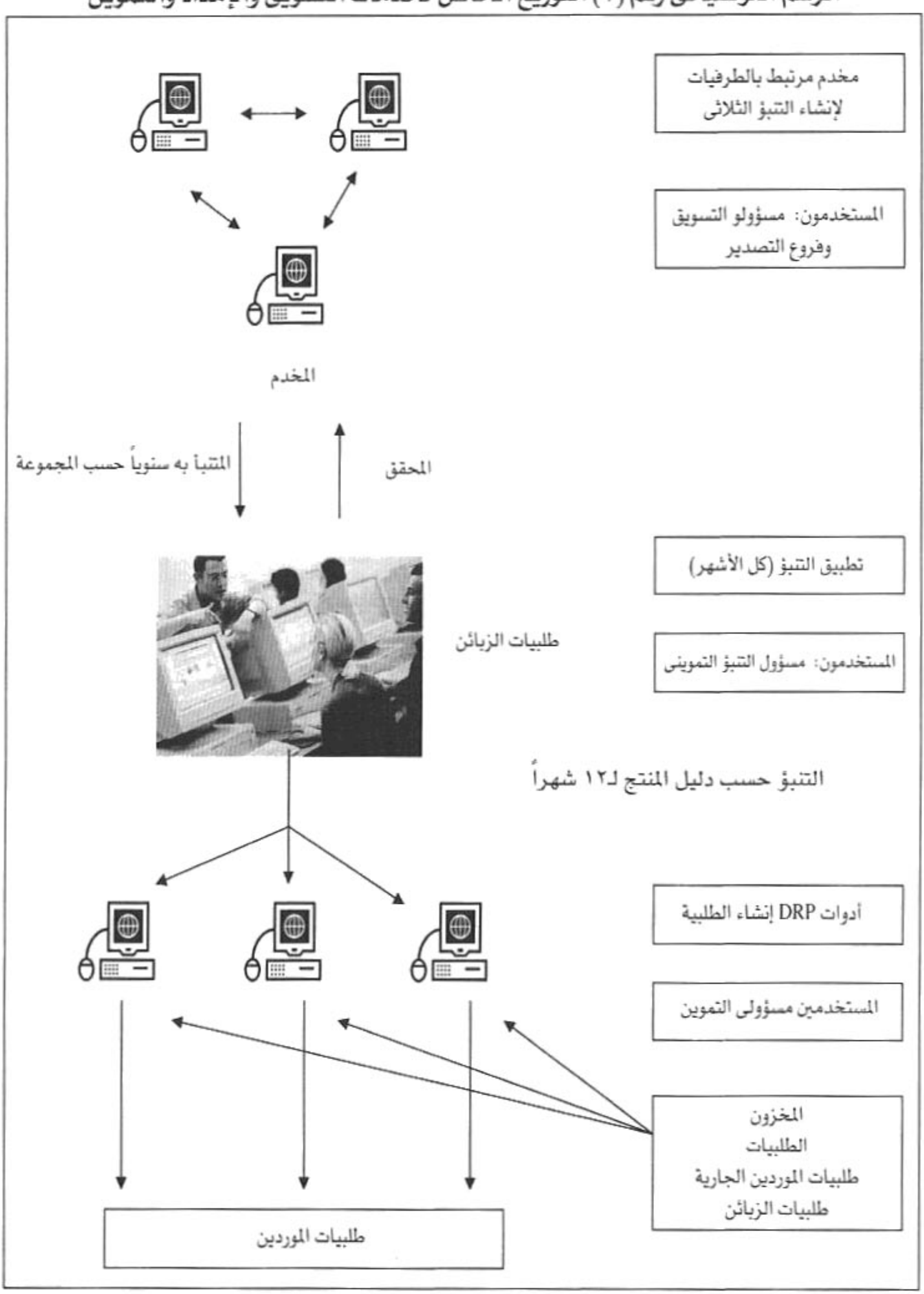
من خلال هذا المثال نكون إذن قد درسنا إنشاء شبكة إمداد وتموين متكاملة. حيث استطعنا من خلال التنبؤ المتوسط والطويل الأجل لمجموعات المنتجات المتجانسة المتجانسة إنشاء خطة عملية للإمداد والتموين حسب المنتَج وبشكل أسبوعى (الرسم التوضيحى ١).

الرسم التوضيحى رقم (١) المعالجة المتكاملة للشبكة DRP لإكسسوارات السيارات



أخيراً يبين الرسم التوضيحى (٢) عملية توزيع المسؤوليات بين التسويق والإمداد والتموين، كذلك عملية الاتصال وتبادل المعلومات بين هذه الخدمات.

الرسم التوضيحى رقم (٢) التوزيع الخاص لخدمات التسويق والإمداد والتموين



الفصل السابع
المنتجات ذات الاستهلاك الكبير (١)
دورة حياة المنتَج والمرونات

تعتبر السلع ذات الاستهلاك الكبير المجال الأساس والمناسب لتطبيق المفاهيم النظرية والعملية للتسويق. ولما كان هدف مدير المنتَج الحفاظ على حصته فى السوق والعمل على زيادتها فإن الوسائل المتاحة لجمع المعلومات عن هذه السلع (دراسة السوق، استطلاعات الرأى، ... إلخ) تعتبر على درجة كبيرة من الأهمية، ويمكن من خلالها شرح ما يحصل فى أسواق هذه المنتجات، سواء بالنسبة للمستهلكين أو بالنسبة للموزعين والمنافسين وبشكل أفضل من قطاعات السلع الأخرى.

إن الانتقاد لعمليات التأثير فى الأسعار من خلال الإعلان والدعاية الموجهين غالباً للشركات الكبرى لسلع الاستهلاك الكبير المعتمدة كثيراً على التسويق، يمثل حقيقة مهمة بالنسبة لنا فى مجال التنبؤ. فالمنتجات ذات الاستهلاك الكبير تتعلق بالحاجات الأساسية للمستهلك من غذاء وصحة عامة ونظافة منزلية ... إلخ. وهذا الاستهلاك، الثابت إلى حد ما، لا يخضع لأى مؤثرات فى السوق من قبل الصانع وإنما يتأثر فقط بالعوامل الفصلية. لذلك فإن نظرية دورة حياة المنتَج تسمح لنا بتتبع تطور المنتَج عبر مراحله المختلفة انطلاقاً من مرحلة طرح المنتج فى السوق وانتهاءً بمرحلة اختفائه الكلى من السوق (الفقرة ١).

لا يجب الاستنتاج مما سبق أن التنبؤ لهذه المنتجات يتم بدون عراقيل، بل على العكس من ذلك فإن التأثيرات التسويقية للمنشأة ومنافسيها (الحملات الإعلانية، الترويج للمبيعات، الارتفاعات فى الأسعار، ...) تؤدى إلى تقلبات مهمة تخفى معها ثبات الاستهلاك. ومن ثم يكون ضرورياً، بالنسبة لهذه المنتجات، الأخذ بعين الاعتبار المتغيرات المتعلقة بالبيئة التسويقية وإدخالها فى النموذج المستخدم للتنبؤ.

هذا الإدخال للمتغيرات التفسيرية ذات الطبيعة التسويقية يمكن أن يتم من خلال شرح الانحرافات بين السلاسل المصقولة والسلاسل الخام. فاختصاصيو المنتَج

يفســـرون الانحرافات غير المشروحة لمســـار زمنى ما بواسطة الأحداث الحاصلة فى الفترة نفســـها عبر تقييم تأثيراتها الممكنـــة. هذه الآلية فى المعالجة توفق بين طريقة داخلية مســـتندة إلى الصقل الآسى وطريقة تفسيرية حدسية. بالمقابل هناك طريقة أخرى للتنبؤ بالســـلع ذات الاســـتهلاك الكبير تقضى باســـتخدام النماذج الاقتصادية القياســـية لمتغيرات المزيج التسويقى Marketing mix. هذه الطريقة وكذلك التحليل المستندة إليه (دراسة تأثير الارتفاعات فى التسعير، البحث عن الفعالية للاستثمارات الدعائية ولترويج المبيعات) ستكون موضوع الفقرة (٢).

تخصص الفقرة (٣) لمســـألة التنبؤ الأسبوعى ونعرض من خلالها وبإيجاز مخططاً لنظام التنبؤ المتكامل فى قطاع الغذاء الزراعى.

أخيراً، نعالج فى الفقرة (٤) مفهوماً مهماً جداً فى مجال الســـلع ذات الاســـتهلاك الكبير وهو مفهوم المرونة حيث يســـمح هذه المفهوم بقياس التأثير الناتج عن التقلبات فـــى متغيرات المزيج التســـويقى فى المبيعـــات. ننهى هذا الفصل بعرض للدراســـات والنماذج المتعلقة بمرونة الطلب السعرية وبتأثير الدعاية وعمليات الترويج للمبيعات.

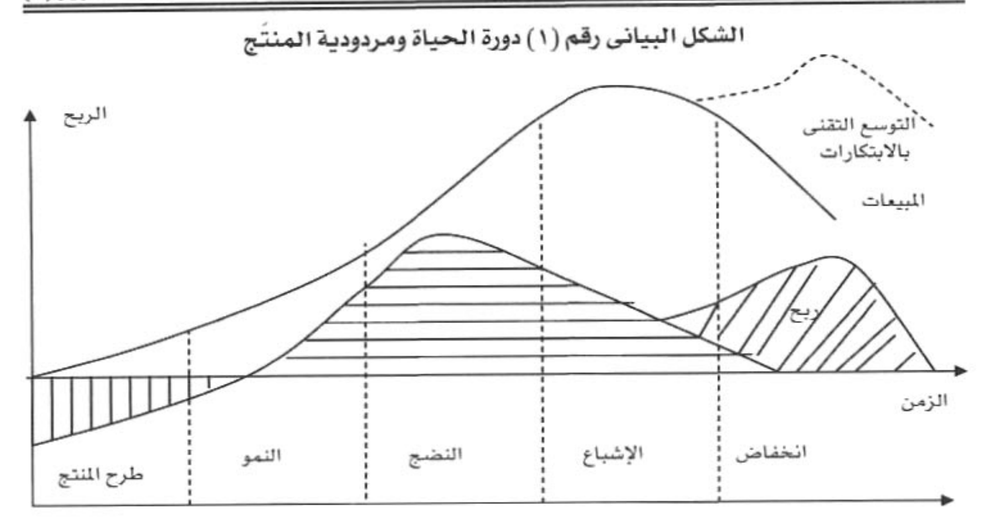
١- دورة حياة المنتَج:

١-١- عرض المسألة:

يبين الشـــكل البيانـــى (١) مفهوم دورة حياة المنتَـــج[1]. ونلاحظ من خلاله تحرك المبيعات مع الزمن، فالبداية نســـبياً بطيئة مع المنتَج الجديـــد، ثم تزداد هذه المبيعات بشـــكل كبير إلـــى أن يمر المنحنى بنقطـــة انعطاف اعتباراً منها يبـــدأ الانخفاض فى المبيعات. هذه المرحلة (مرحلة النضج) حيث يتحقق الجزء الأساس من الأرباح تنتهى بقيمة عظمى، وبعد ذلك تبدأ المبيعات (وليس فقط إيقاعها المتزايد) بالانحدار.

(١) المفهوم المعروض هنا حول دورة حياة المنتج يطبق على المنتجات الواردة فى هذا الفصل، وكذلك على المنتجات الواردة فى الفصول السابقة.

الشكل البيانى رقم (١) دورة الحياة ومردودية المنتَج



هذا السـيناريو لحياة المنتَج كما هو موصوف عبـر منحنى الحياة ليس إلا تمثيلاً وسطياً، فيمكننا أن نجد اختلافاً كبيراً فى دورات حياة المنتجات وذلك تبعاً:

- للفترة الإجمالية من تاريخ طرح المنتَج حتى الوصول إلى سحبه من السوق.
- للفترة المتوسطة لكل مرحلة.
- لانعكاس الإصلاحات التى تتم على المنتَج أو على طريقة عرضه.

تعنـى النقطة الأخيرة أن مواصفـات المنتَج خلال دورة حياته لا يمكن أن تبقى دون تغيير، فعادة ما تكون مرحلة طرح المنتَج فى السوق طويلة بسبب عدم مناسبة مواصفات المنتَج، وإن بشكل جزئى، لرغبات المستهلك كشكل العبوة أو محتواها ... إلخ.

ومن ثم من الأجدر بنا اعتبار المنتَج الذى تكون مواصفاته الأساسـية مثل الاسـم، النوع، المكونات الأساسية، ... إلخ بدون تعديل.

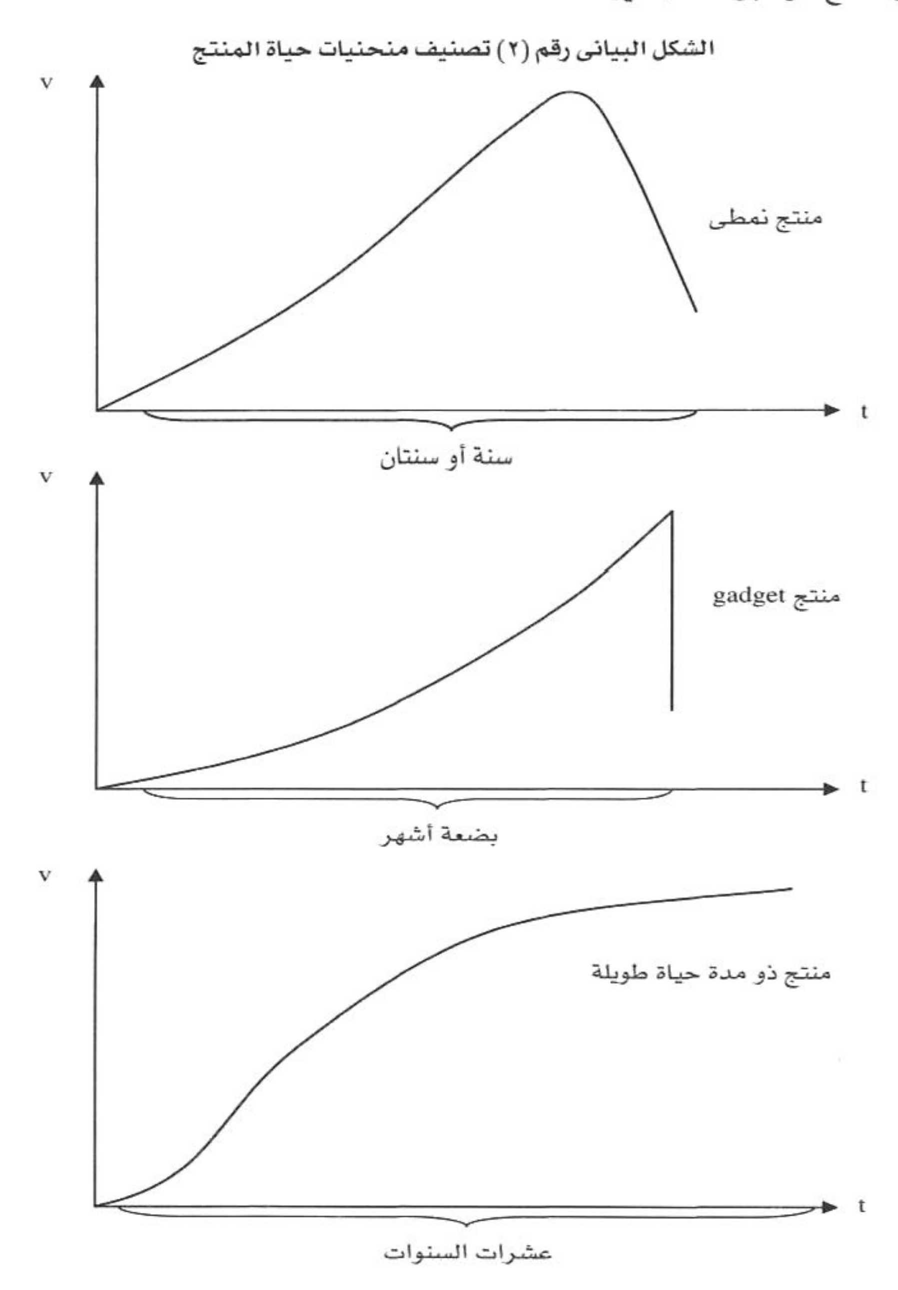
من خلال ما سبق يتضح وجود أشكال مختلفة للمنحنى الممثل لدورة حياة المنتجات. فبالإضافة إلى الشـكل النمطى المعروض فى الشكل (١) هناك أشكال أخرى مختلفة بشكل كبير (الشكل البيانى ٢).

يجب على الطرائق التنبئية المستخدمة أن تكون مناسبة لمرحلة دورة الحياة ولطولها المحتمـل. فمن أجل المنتَج المسـمى gadget أو منتج الأداة[١] على سـبيل المثال يكون

(١) المقصود بالمنتج gadget ذلك المنتج الذى، يتم إضافة بعض النصوص والرسـوم عليه بشكل كبير رغبة فى زيادة ترويجه، بحيث يبدو منتجاً جديداً ولكن فى الغالب غير مفيد. «المترجم».

السؤال هو متى سيحصل الانخفاض الكلى للمبيعات الناتج عن انعدام الفائدة المرجوة من المنتَج من قبل المستهلكين.

الشكل البيانى رقم (٢) تصنيف منحنيات حياة المنتج



تعتبر كمية المعلومات المتاحة معياراً أساسياً لاختيار طريقة التنبؤ المناسبة، ففى مرحلة طرح المنتَج إلى السوق، وفى حال توافر معلومات لبضعة أشهر فقط، فإن كل تنبؤ كمى للمبيعات يكون صعباً جداً؛ لأنه فى بداية المنتَج يكون هناك تغيرات مهمة ومفاجئة، ومن ثم فإن تطبيق طرائق تحليل البيانات السابقة يقود إلى تنبؤات غير صحيحة لهذه التغيرات. وهكذا فإن الطريقة الكمية للتنبؤ بالمنتَج فى مرحلة طرحه فى السوق يمكن أن تقود إلى تقديرات غير صحيحة للمبيعات المستقبلية.

يعتبر الكشف عن التغيرات أو التقلبات فى مراحل حياة المنتَج من الأمور المهمة لعمل المتنبئ.

١-٢- نماذج منحنى حياة المنتَج:

كثيرة هى نماذج منحنى الحياة (وكذلك نماذج الانتشار les modèles de diffusion) وتشكل مجالاً لكثير من الأعمال البحثية[1]. يمكننا التمييز بين ثلاثة أجيال من هذه النماذج:

- الجيل الأول: يشمل أكثر النماذج ويتم تحديد التطور الممكن للمبيعات من خلال معرفة درجة الإشباع. من هذه النماذج نذكر نموذج Gompertz والنموذج المنطقى اللذين سنأتى على شرحهما لاحقاً.
- الجيل الثانى: يتم فيه إيجاد النموذج المشترك للسوق الإجمالى وللسوق المحتمل وللمبيعات فى اللحظة t. ومن ثم فإن العلاقات المستخدمة تصبح أكثر تعقيداً ويمكن أن نذكر هنا مثالاً لهذا النوع من النماذج، نموذج Chow ونموذج Lackman ونموذج Mahajan-Peterson.
- الجيل الثالث لا يفترض بشكل مسبق ثبات السوق الكلى.

سنستعرض هنا اثنين من النماذج الأساسية لمنحنى الحياة.

(١) رغم اختلاف نماذج الانتشار عن نماذج دورة الحياة إلا أنها تنتمى إليها. فبينما نمثل على محور العينات مبيعات المنشأة وعلى محور السينات الزمن فى نماذج دورة الحياة، فإننا نمثل تراكم المبيعات للمنشأة أو للسوق على محور العينات والزمن على محور السينات فى نماذج الانتشار. حقيقة واحدة لكلا النموذجين وهى إشباع السوق الآجل، وهذا ما يشرح استخدام كلا النموذجين للعلاقات الرياضية نفسها. يمكن العودة إلى مقالات Day, Harrell et Taylor, Tigert et Farivar وكذلك الإسهامات الأخرى فى العدد الخاص من مجلة Journal of Marketing لعام ١٩٨١ المخصص لدورة حياة المنتج.

- **نموذج Gompertz**:

العلاقة الرياضية الممثلة لهذا النموذج هى التالية:

$$y_t = e^{br^t + a}$$

أو على الشكل: $Logy_t = a + br^t$ مع اعتبار $0 < r < 1$ وحيث:

$Logy_t$: اللوغاريتم النيبرى للمبيعات فى الزمن t.

a, b, r: معاملات النموذج.

يمكننا ملاحظة الخصائص التالية:

إذا $t \rightarrow -\infty$ فإن $y_t \rightarrow 0$ فى حال $b < 0$؛

إذا $t \rightarrow \infty$ فإن $y_t \rightarrow e^a$ (تمثل e أساس اللوغاريتم النيبرى).

إذن نحن بصدد نموذج رياضى له شكل حرف S، أى إنه يزداد بشكل سريع ثم يتناقص بعد نقطة انعطاف. وهذا يمثل التطور النمطى للمبيعات من سلعة ما، حيث تكون المبيعات معدومة فى البداية ($t = 0$) ثم تصل إلى الإشباع عند ($t \rightarrow \infty$).

يعبّر المعامل r عن سرعة العملية، فكلما صغر هذا المعامل تم الوصول إلى الإشباع بشكل أسرع. ويمثل المعامل a درجة الإشباع (الدرجة تساوى e^a). وأخيراً يرتبط المعامل b بنقطة الأصل.

نقطة الانعطاف لمنحنى الحياة ثابتة، ويتم الوصول إليها عندما تبلغ المبيعات المتراكمة (٣٦,٨٪) من درجة الإشباع e^a.

- **النموذج المنطقى**:[١]

يعبر عن هذا النموذج بالعلاقة التالية:

$$y_t = \frac{y_{max}}{1 + br^t}$$

حيث:

y_{max}: درجة الإشباع.

a و r المعاملات المميزة للنموذج ($-1 < r < 0$).

(١) هذا النموذج سبق أن تم عرضه فى الفصل السادس.

خصائص النموذج هى التالية:

إذا $t \to -\infty$ فإن $y_t \to 0$

إذا $t \to \infty$ فإن $y_t \to y_{max}$

نقطة الانعطاف للمنحنى ثابتة، ويتـــم الوصول إليها عندما تبلغ المبيعات المتراكمة (٥٠٪) من درجة الإشباع y_{max}.

١-٣- طرائق التقدير:

المشـــكلة التى تواجه تقدير هذا النوع من النماذج هى فى كونها نماذج غير خطية، ومن ثم فإن استخدام نماذج الانحدار الخطى يبدو غير ممكن. ولكن من الممكن جعل النموذج خطياً عندما نعلم أو بالأحرى نفترض قيمة درجة الإشباع (حيث لا يمكننا أبداً معرفتها). ومن ثم فإنه يمكننا تمييز عدة طرائق لتقدير هذا النمط من النماذج:

- الطرائق الحدسية التى نضع من خلالها فرضيات حول قيم درجة الإشباع.
- الطرائق الرياضية البحتة لحل مجموعة من المعادلات غير الخطية.

- جعل النموذج خطياً باستخدام قيمة مقدرة لدرجة الإشباع:

- نموذج Gompertz:

$$y_t = e^{br^t+a} = e^{br^t} \times e^a \to \frac{e^a}{y_t} = e^{-br^t}$$

$$Ln\left(\frac{e^a}{y_t}\right) = -b\, r^t \to Ln\left[Ln\left(\frac{e^a}{y_t}\right)\right] = Ln(-b) + t\, Ln(r) \to Y_t = a_0 + a_1\, t$$

باعتبار: $Ln\left[Ln\left(\frac{e^a}{y_t}\right)\right] = Y_t; \qquad Ln(-b) = a_0; \qquad Ln(r) = a_1$

ومـــن ثم فنحن أمام نموذج خطى للانحدار البســـيط علـــى الزمن، ومن ثم يتوجب علينا أن نحسب من جديد المتغير الواجب تفسيره: $Y_t = Ln\left[Ln\left(\frac{e^a}{y_t}\right)\right]$

- **النموذج المنطقى:**

$$y_t = \frac{y_{max}}{1 + br^t} \rightarrow \frac{y_{max}}{y_t} = 1 + br^t \rightarrow \frac{y_{max}}{y_t} - 1 = br^t$$

$$Ln\left(\frac{y_{max}}{y_t} - 1\right) = Ln(b) + t\,Ln(r) \rightarrow Y_t = a_0 + a_1\,t$$

باعتبار: $$Ln\left(\frac{y_{max}}{y_t} - 1\right) = Y_t;\ Ln(b) = a_0;\quad Ln(r) = a_1$$

ومـــن ثم فنحن أمام نموذج خطى للانحدار البســيط على الزمـــن، فيتوجب علينا حساب المتغير الواجب تفسيره: $Y_t = Ln\left(\frac{y_{max}}{y_t} - 1\right)$

يمكن تقدير درجة الإشباع للمنتَج المدروس بالتشابه مع منتَج آخر مشابه له، ولكن مرحلة طرحه فى الســوق أقدم. يمكننا على ســبيل المثال الاستعانة بسوق التلفزيون للحصــول على معلومات حول درجة الإشــباع لأجهزة الفيديو. كما يمكننا اللجوء إلى عملية التشــابه الجغرافى بالاستناد إلى سوق أكثر تقدماً للمنتَج نفسه كما هو الحال عند مقارنة السوق الفرنسى بالسوق الأميركى على سبيل المثال.

- **الطرائق الرياضية التحليلية:**

التقديــر للمعاملات الثلاثــة الظاهرة فى نموذج Gompertz وفــى النموذج المنطقى يمكن أن تتم من خلال الاستعانة بطرائق الانحدار غير الخطية التى تستلزم طرائق تحليل عددية تكرارية معقدة إلى حد ما. ولكن يمكننا من خلال استخدام الأداة "SOLVEUR" من البرنامج إكسل إيجاد التقدير لهذه المعالم، مهما كان شكل النموذج غير الخطى. لن ندخل فى هذه التفاصيل الرياضية ويمكن للقارئ المهتم العودة إلى المراجع المشــار إليها فى نهاية الكتاب[1] وسنعرض فى الفقرة القادمة مثالاً لاستخدام هذه الطرائق.

١-٤- مثال لتحديد النموذج وتقدير المعاملات:

الجدول رقم (١) يبين معدل التزود بأجهزة الفيديو للأســر فى فرنســا من العام ١٩٧٩ إلى العام ١٩٩٧.

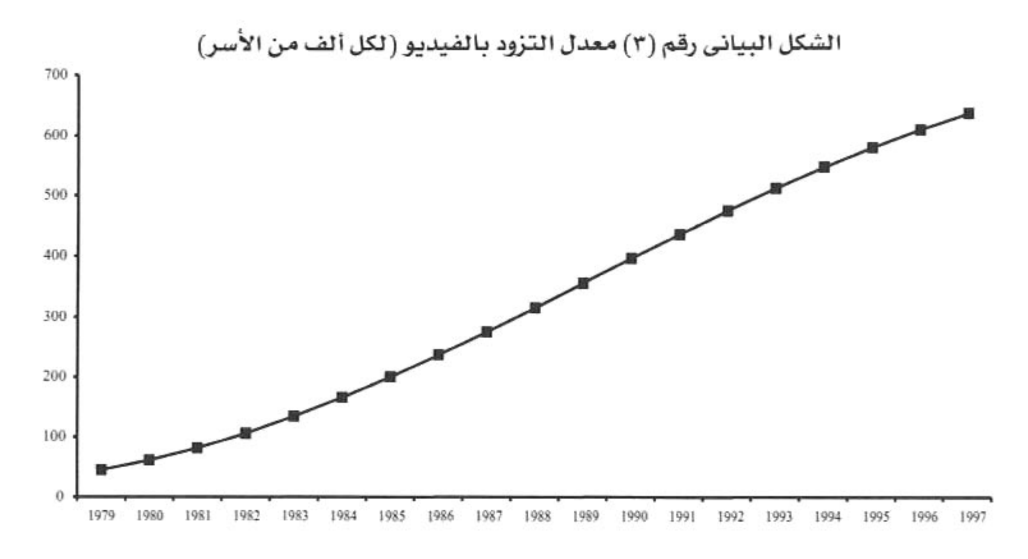
(١) Bourbonnais (٢٠٠٠) الفصل السادس.

الجدول رقم (١) معدل التزود (لكل ١٠٠٠ من الأسر) بأجهزة الفيديو (الملف *C7EX1.XLS*)

السنة	المعدل	السنة	المعدل	السنة	المعدل
١٩٧٩	٤٤.٧	١٩٨٦	٢٣٦.٩	١٩٩٣	٥١٠.١
١٩٨٠	٦١.٠	١٩٨٧	٢٧٥.٤	١٩٩٤	٥٤٤.٩
١٩٨١	٨١.٣	١٩٨٨	٣١٥.٠	١٩٩٥	٥٧٧.٣
١٩٨٢	١٠٥.٨	١٩٨٩	٣٥٥.٢	١٩٩٦	٦٠٧.٠
١٩٨٣	١٣٤.٠	١٩٩٠	٣٩٥.٣	١٩٩٧	٦٣٣.٩
١٩٨٤	١٦٥.٦	١٩٩١	٤٣٤.٨		
١٩٨٥	٢٠٠.١	١٩٩٢	٤٧٣.٣		

كما يبين الشــكل البيانى رقم (١) تطور معدل تزود الأســر بأجهــزة الفيديو تبعاً لســنوات الدراسة. وهذا التمثيل البيانى يمكن أن يوحى بتطور يمكن تمثيله بواسطة نموذج الانتشار Modèle de diffusion، ومن ثم نكون بالقرب من نقطة انعطاف.

الشكل البيانى رقم (٣) معدل التزود بالفيديو (لكل ألف من الأسر)



ومن خلال التدقيق فى البيانات يمكن القول بأنها تتوافق مع نموذج Gompertz أو النموذج المنطقى؛ إذ سنعمل على تقدير معاملات هذه النماذج مع الأخذ بعين الاعتبار التشــابه مع ســوق الولايات المتحدة، ومن ثم الافتراض أن معدل الإشــباع أو التزود الأعظمى يساوى (٨٠٠) لكل (١٠٠٠) من السكان.

- **نموذج Gompertz:**

من أجل تقدير معاملات النموذج حيث $e^a = 800$ سنعمل على جعل التابع $y_t = e^{br^t+a}$ خطياً.

أى سنحسب قيم المتغير الجديد الواجب تفسيره:

$$Y_t = Ln\left[Ln\left(\frac{e^a}{y_t}\right)\right] = Ln\left[Ln\left(\frac{800}{TAUX_t}\right)\right]$$

نتائج تقدير الانحدار على الزمن t من (١) إلى (١٩) هى التالية:

$$Y_t = 1.27 - 0.139t$$
$$R^2 = 0.99$$

ومن ثم فإن النموذج المقدر هو:

$$y_t = e^{br^t+a} = e^{\ (-12.47\times 0.87^t+2.90)}$$

حيث: $\hat{b} = -e^{\hat{a}_0} = -e^{2.523} = -12.47$ و $\hat{r} = -e^{\hat{a}_1} = -e^{-0.139} = 0.87$ و $e^{2.90} = 800$

- **النموذج المنطقى:**

من أجل تقدير معاملات النموذج حيث $y_{max} = 800$ سنعمل على جعل التابع $y_t = \frac{y_{max}}{1 + br^t}$ خطياً.

أى سنحسب قيم المتغير الجديد الواجب تفسيره:

$$Y_t = Ln\left(\frac{y_{max}}{y_t} - 1\right) = Ln\left(\frac{800}{TAUX_t} - 1\right)$$

نتائج تقدير الانحدار على الزمن t من (١) إلى (١٩) هى التالية:

$$Y_t = 2.78 - 0.224t$$
$$R^2 = 0.99$$

الجودة الإحصائية للنموذج جيدة ومن ثم فإن النموذج المقدر هو التالى:

$$y_t = \frac{y_{max}}{1 + br^t} = \frac{800}{1 + 16.250 \times 0.7988^t}$$

حيث: $\hat{r} = - e^{\hat{a}1} = - e^{-0.224} = 0.7988$ و $\hat{b} = - e^{\hat{a}0} = - e^{2.788} = -16.25$

يعطى استخدام الحل التحليلى بواسطة الأداة Solveur النتائج التالية:

من أجل نموذج Gompertz: $y_t = e^{br^t+a} = e^{(-3.46\times0.88^t+6.83)}$ وتكون درجة الإشباع مساوية لـ (٩٢٧) (مع مجموع مربعات الانحرافات المساوى لـ ٢٤,٠٩).

من أجل النموذج المنطقى: $y_t = \frac{y_{max}}{1 + br^t} = \frac{718}{1 + 14.77 \times 0.784^t}$ وتكون درجة الإشباع مساوية لـ (٧١٨) (مع مجموع مربعات الانحرافات المساوية لـ ٦٩٨,٥٠).

يعتبر نمــوذج Gompertz أفضل لأن مجموع مربعــات الانحرافات أقل بكثير من النموذج المنطقى.

يشير المثال المعالج هنا إلى محدودية استخدام منحنيات الحياة للأسباب التالية:

- الطريقة الصارمة فى تعريف النموذج والمحددة بشكل مسبق.
- اختيار شكل النموذج يؤثر فى النتائج.

من جهة أخرى الفائدة مــن هذه الطريقة هى فى محاولة تحديد الانقطاعات فى دورة حياة المنتَج وكذلك استخلاص النتائج تبعاً للحدث. بالإضافة إلى ذلك، فى إطار مرحلــة طرح منتجات جديــدة يكون أحياناً مفيداً إجراء تحليــلات مقارنية لمعاملات منحنى الحياة مع منتجات تم طرحها فيما بعد. فهى تســمح بتقييم ســريع لاحتمال دخول منتجات جديدة.

٢- إدخال مكونات المزيج التسويقى Marketing mix:

لو أردنا أن نكون أكثر شمولية، لأخذنا بعين الاعتبار مكونات المزيج التسويقى التالية:

- المنتَج.
- السعر.
- مكان التوزيع (منظومة التوزيع).
- ترويج المبيعات (دعاية، تخفيضات، إغراءات، ... إلخ).

نحن نأخــذ بعين الاعتبار مرحلة حياة المنتَج دون الخصائص النوعية لذلك المنتَج، ومن ثم فنحن ملزمون باعتبار أن كل المنتجات المنافسة متساوية أى لها النتيجة نفسها على مجمل صفاتها.

لقد تم دراسة موضوع تأثير الجودة فى المبيعات من منتَج ما من قبل الكثير من الباحثين[١] وهذا التأثير يظهر أكثر فى تقييم أسباب النجاح أو الفشل منه فى التنبؤ.

أما بخصوص السعر الذى يعتبر متغيراً محدداً فإن التأثير للارتفاعات فى التعرفة، المدروسة فى الفقرة (٢-١) من هذا الفصل، يجب أن يكون مختلفاً تبعاً لكونه يتعلق بشرح المبيعات على مستوى حلقات التوزيع أو على مستوى المستهلكين.

أما بالنسبة للموزع فإنه يراقب الانخفاض فى الأسعار الاسمية، وهو بطبيعته سيسعى إلى الحصول على التموين من مختلف البضائع بالأسعار الدنيا، ومن ثم فلديه نزعة كبيرة للشراء على أثر الإعلان عن ارتفاع فى التعرفة. فإذا كان لهذه الأخيرة تأثير فورى (بدون مهلة زمنية بين الإعلان وتطبيقه) فسيكون التأثير غير موجود، ومن ثم فإن المتغير الواجب تفسيره هو متغير الفروقات الأولية للأسعار.

بالنسبة للمستهلك فإنه يشترى بكميات كبيرة من السلع المختلفة، وتكون قدرته على الاهتمام والإصغاء لحال السوق محدودة بسبب الوقت، وبسبب كون الجهود التى يمكن أن يكرسها لإجراء المقارنات بين أسعار السلع المنافسة وشرح آلية تطورها مع الزمن يمثل تكلفة يمكن أن تكون أكبر من الوفر الذى يمكن الحصول عليه من جراء هذه المقارنات بين الأسعار.

يمكننا الافتراض أن درجة حساسية المشترى للسعر أخفض بشكل واضح من تلك الخاصة بالموزع. فالمستهلك لا يتفاعل إلا عندما تكون الأسعار أعلى بشكل واضح من المستوى المتوسط الممثل للتضخم.

بالنسبة للعناصر المرتبطة بالتوزيع (منظومة التوزيع) فلا يمكن إدخالها فى نظام التنبؤ قصير الأجل إلا بصعوبة كبيرة كونها غالباً ذات طبيعة نوعية ومعقدة.

بالمقابل فإن المكونات المرتبطة بترويج المبيعات يمكن إدخالها فى النموذج التفسيرى للمبيعات، حيث تمثل أهمية كبيرة للمنشأة وتعتبر متغيرات نستطيع عبرها التحرك بسرعة كبيرة (وهذا ليس الحال بالنسبة للتوزيع الذى يحتاج غالباً إلى فترات طويلة ليتم تعديله). بالإضافة إلى ذلك، فإن مكونات ترويج المبيعات المعبر عنها فى الميزانية الاستثمارية للدعاية والإعلان بالوحدات النقدية المحلية يمكن وبسهولة تحديدها كمياً.

(١) Zeithaml (١٩٨٨).

يتم اعتبار الاستثمار فى مجال الدعاية من خلال:

- إما الاستثمارات التى تخصصها المنشأة للدعاية والإعلان.
- وإما من خلال المقياس SECODIP للاستثمار الإجمالى فى مجال الدعاية الإجمالية المتضمن استثمارات المنافسين. وهذه الاستثمارات تتعلق بتخصيص كتلة فى الميزانية للاستثمارات فى مجال الدعاية والإعلان عبر إحدى الوسائل الإعلانية.

أمـا المركبة الخاصة بعملية الترويـج للمبيعات فإن إدخالها فى نموذج التنبؤ يعتبر صعباً بسبب عدم تجانسه ويمكن أن تشمل:

- النفقات على المواد: PLV، كوبونات التوزيع.
- تخفيضات للموزعين حسـب الحملة الإعلانية أو بشـكل سـنوى وأحياناً حسـب المناطق.
- هدايا، حسومات أو ألعاب من قبل الموزعين.
- تخفيضات كمية (وحدة مجانية عند شراء ثلاثة).
- جوائز، عينات مجانية، مسابقات، ... إلخ

يمكن ضبط هذا المتغير ذى المركبات المختلفة بطريقتين:

- إما بسلسـلة زمنية وحيدة بحيث تكـون مقيمة ومجمعة وفق تكلفة كل عنصر فيها. وهذا يفترض أن كل وحدة نقدية صرفت فى شـكل خاص من أشـكال الترويج لها المردود الهامشى نفسه.
- وإما بواسطة المتغيرات الترميزية (٠ = بدون ترويج، و١ = فترة ترويج) لكل نمط من أنماط ترويج المبيعات. يشـير كل عنصر تثقيل محسوب بواسطة النموذج إلى تأثير كل عنصر من عناصر ترويج المبيعات على المبيعات (الملف *C7 EX2.XLS*).

بغية القياس الصحيح لتأثير هذه المتغيرات التسويقية فى المبيعات، من المفضل سحب مركبة الاتجاه العام بشكل مسبق.

سنعالج الآن ثلاثة مظاهر تم ترتيبها على النحو التالى:

- ارتفـاع الأسـعار الذى يحتـل المرتبة الأولى فى شـرح التقلبات لبعض السلاسـل المستخدمة فى مجال السلع الاستهلاكية.
- مشكلة الخلط الذى يمكن أن يحصل بين المركبة الفصلية ووسائل ترويج المبيعات.
- التنبؤ للسلع ذات الاستهلاك الكبير والمتميزة بتأثير ضعيف للتسويق.

٢-١- كيف يقاس تأثير ارتفاع الأسعار؟

غالباً ما تلجأ المنشــآت إلى زيادة تعرفــة منتجاتها فى فترة محددة، مرة أو مرتين كل عام، على ســبيل المثال فى شــهر كانون الثانى وتموز. ولأن هذه القرارات تحصل بفترات ثابتة فمن الممكن أن نقع فى مشــكلة الخلط ما بين هذه التأثيرات والمعاملات الفصلية الشهرية. فإذا غيرت المنشأة فيما بعد هذه التواريخ لرفع أسعارها فإن التنبؤ ســيكون خاطئاً بشــكل كامل. ومن ثم يجب فصل تحليل المركبة الفصلية عن تحليل تأثير ارتفاع الأسعار.

- توقيت الزيادة فى الشهر ومجال التأثير:

لا تعتبر الزيادة بالتعرفة بحد ذاتها المتغير التفسيرى، وإنما الإعلان عن الزيادة هو الذى يؤدى إلى رد الفعل. فإذا تم الإعلان عن الزيادة فى الأســعار ففى اليوم نفســه الذى تم تطبيقها سيكون التأثير فى المبيعات معدوماً، فى حين أنه إذا أُعلن عنها قبل شــهر فذلك ســيقود إلى رد فعل مضاعف، فمن جهة سيكون هناك زيادة فى المبيعات قبــل تاريخ دخــول الزيادة موضع التنفيــذ، ومن جهة أخرى ســيكون هناك حالة من امتصاص أو اختفاء فى المبيعات للشهرين القادمين أو الثلاثة القادمة.

إذن السوق لم يشهد ارتفاعاً أو انخفاضاً وإنما تعديلاً فى توزيع مشتريات الموزعين بين مختلف الأشهر. وللتوقيت المحدد للارتفاع ضمن الشهر أهمية كبرى، فإذا حدث فى الأول من شــهر شــباط فإن زيادة المبيعات ستحصل فى شــهر كانون الثانى، وإذا حدث فى (٢٠) شباط فإن الشهر نفسه سيتحمل هذا التأثير.

لقد تم إجراء دراسة على شركة كبيرة متخصصة فى صناعة المشروبات الكحولية حــول تأثير الارتفاع فى التعرفة لخمس منتجــات نرمز لها بالرموز A ،B ،C ،D وE. لقد كانت الفكرة أولاً دراســة جوانب التأثير لهذه السلاسل المختلفة من خلال البحث عــن الارتباط بين المبيعــات دون مركبة الاتجــاه العام $(V_t - T_t)$ وبــين التغييرات فى الأسعار عند تأخيرات زمنية مختلفة $(P_t - P_{t-1})_{t-\theta}$.

لــم يتم تخليص المبيعات V_t من المركبة الفصلية لأننا نفترض أن التأثير فى ارتفاع التعرفة يكون قبل المركبة الفصلية. ولكننا بالمقابل نتخلص من مركبة الاتجاه العام T_t للحصول على سلسلة مستقرة. لقد تم أخذ الفروقات الأولية لسلسلة الأسعار P_t لأنه والحالة هذه تحسب فقط التغيرات الاسمية. يشمل ارتفاع الأسعار الزيادة فى معدل الضريبــة على الفئات المختلفة من المشــروبات الكحولية وزيادة التعرفة دون الضريبة

للمنشــأة التى تتم بالتاريخ نفســه. يعتبر معامل الارتباط بين المبيعات والتعرفة عند مختلف التأخيرات الزمنية معيار التأثير وهو يقيس درجة واتجاه العلاقة.

يبـين الجدول رقم (٢) معاملات الارتباط ρ بين المبيعات عند الفترة t والتعريفات فى الفترة θ - t. وتســمح معاملات الارتباط هذه بتوضيح أوجه التأثير للتعرفة على المبيعات للمنتجات الخمسة المدروسة.

الجدول رقم (٢) أوجه التأثير للأسعار للمنتجات D، C، B، A، وE

θ	المنتج A	المنتج B	المنتج C	المنتج D	المنتج E
٢-	٠,٢٩٧	٠,٠٩٥-	٠,٢٤٤	٠,٢٣٣	٠,٠٨٨
١-	٠,١٥٣	٠,٧١١	٠,٤٢١	٠,٦٥١	٠,٤٧٨
٠	٠,٠٦٢-	٠,٣١٤-	٠,٢٠٥-	٠,١٨٥-	٠,١٥٣-
١	٠,٠٠٩	٠,٣٧٣-	٠,٠٢٥-	٠,١٤٢-	٠,٢٩٠-
٢	٠,٠٥٣-	٠,٠٤٩-	٠,٠٥٧	٠,١٢٨	٠,٢١٦-
٣	٠,٠٧٥	٠,١٨٠-	٠,٠٩٨	٠,٠١٩	٠,٢١٥-
٤	٠,١٦٣-	٠,١٣٤-	٠,١٣٨	٠,٠٥٨	٠,٠٥١-

يلاحظ أن الارتفاعات فى التعرفة بالنســبة للمنتــج A فى مجملها قليلة المعنوية، وإذا اعتبرنا أن القيمة الأقل من (٠,٢) بالقيمة المطلقة لمعامل الارتباط لا تشــير إلى معنويــة أو دلالة إحصائية، فإن المنتج A لا يظهر إلا تأثيراً خفيفاً لزيادة فى المبيعات عنــد التأخير θ = -2. بالمقابل فإن التأثير للارتفاع بالتعرفة يبدو واضحاً بالنســبة للمنتجــات B وE، حيث يتعلق الأمر بشــكل واضح بمنتجات مخزنــة بكميات كبيرة، وبشكل مسبق من قبل الموزعين، وهى التى تعرف فيما بعد تكدساً نسبياً فى المبيعات. بالإجمال، التأثيرات التى تســبق المبيعات الزائدة تبدو بشكل واضح أكثر من تأثيرات التلاشى أو الاختفاء. فالمنتجات C وD رغم أن لها اتجاهاً معنوياً نحو فائض المبيعات، إلا أن لهــم أيضاً اتجاهاً نحو الامتصاص دون معنوية حقيقية إحصائية أو اقتصادية. وهذا يؤكد أنه ليس من الواضح اعتبار الارتفاعات فى التعرفة متغيراً تفســيرياً يجب الأخذ به فى كل الحالات، وهنا يجب اللجوء إلى مسار الارتباط الظاهر لتحديد درجة العلاقة، وكذلك التأخير أو المهلة الزمنية.

يمكن أن تعزى هذه الاختلافات، بجزء كبير منها، إلى أذواق المستهلكين ورغباتهم المختلفة، فهناك بعض المنتجات الكحولية ذات الاستهلاك العادى المتكرر ولها حجم مبيعات كبير، ومن ثم فإن الشراء الزائد منها يعتبر عملية مربحة جداً بالنسبة للموزع. ولبعض المنتجات الأخرى رقم أعمال أقل ودورة مخزون أكثر بطئاً، ومن ثم من المحتمل أن تكون المبيعات الإضافية أقل ضعفاً بالنسبة لهذه المنتجات، ولا يوجد امتصاص أو اختفاء للمخزون. الهدف من الشراء الزائد هو إعادة تكوين المخزون الذى تركناه ينخفض بشدة فى الأشهر الأخيرة، وليس تكوين مخزون كبير يمكن أن يمثل عبئاً مالياً كبيراً فى حالة الدوران الضعيف للمخزون.

- **التنبؤ باعتبار الارتفاعات فى التعرفة كمتغير تفسيرى فى النموذج:**

يتم فى هذه الطريقة المبسطة للتقدير اعتماد الارتفاع فى التعرفة كمتغير تفسيرى فى حال كان أثره واضحاً، وكذلك يتم إدخال عاملين داخليين هما متغير الفصلية ومتغير حركة الاتجاه العام. فى حالة المنتج E تم الأخذ بعين الاعتبار التأثيرين المذكورين، وتم تقدير معادلة الانحدار باستخدام التأخيرات الزمنية الموافقة للمعاملات الارتباطية ذات العلاقة المعنوية والظاهرة فى جدول اتجاهات الارتباط. نتائج التقدير هى التالية:

$$V_t - T_t = -\underset{(0.04)}{6.93} + \underset{(5.20)}{16639}\,(P_t - P_{t-1})_{t-1} - \underset{(2.12)}{6.942}\,(P_t - P_{t-1})_{t-1} - \underset{(3.02)}{10174}\,(P_t - P_{t-1})_{t-2}$$

$$R^2 = 0.82, \quad DW = 2.30, \quad n = 63, \quad (.) = t\ de\ Student$$

يعتبر هذا النموذج صحيحاً من الناحية الإحصائية. ويعود كون معامل الحد الثابت غير معنوى إلى أن سلسلة المبيعات ليس لها مركبة اتجاه عام ومتمركزة حول القيمة صفر، فى حين أن المتغيرات الأخرى جميعها ذات دلالة إحصائية معنوية. وهناك تجانس من ناحية الإشارات إلى المعالم المقدرة، فالإشارة موجبة للفائض من المخزون (t-1) وسالبة للامتصاص (t,t+1,t+2). وأخيراً يشير شبه التوازن بين تأثير المخزون الزائد وتأثير عدم التخزين (مجموع المعاملات يساوى تقريباً القيمة صفر) إلى أن الاستهلاك من المواد لم يتغير بواسطة السياسة التعريفية للمنشأة.

٢-٢- المركبة الفصلية وترويج المبيعات Promotion:

غالباً ما تبرمج المنشآت عمليات الترويج لمبيعاتها بالتواريخ نفسها من عام إلى آخر بسبب وجود بعض المناسبات والمعارض الدورية، وهذا مما لا شك فيه سيؤدى إلى خلط تأثير هذه العمليات مع تلك الخاصة بالمركبة الفصلية، ومن ثم سيكون مستحيلاً

تحديــد المعاملات الفصلية الحقيقية، أى تلك المعاملات التى كان يجب أن تكون فيما لــو لم يكن هناك عمليات ترويج للمبيعات. إذن نحن لا نســتطيع أن نحدد من خلال المعامل الفصلى حصة عمليات الترويج وحصة المركبة الفصلية.

وما دامت المنشــأة تســتمر بإجراء برامج الترويج بشــكل موحد ومتشــابه فإنه لا مشــكلة تظهــر، ولكن عندما يتم تعديل التاريخ أو فى حــال التخلى عن حملة الترويج لســبب ما فإن التنبؤ سيكون خاطئاً بســبب المركبة الفصلية. ويكون من المستحيل أن نحدد بشكل مسبق معامل تصحيح نستطيع من خلاله تصحيح التنبؤات. لذلك يجب تحذيــر القائم على التنبؤ من هذه المســألة كى يســتطيع التدخــل بطريقة يدوية إما بشكل مباشــر على المعاملات الفصلية (على سبيل المثال استبدال المعاملات الفصلية للمبيعات بتلك الخاصة بالسوق)، وإما بشكل مباشر على التنبؤ المحسوب. فبعد عام أو اثنين أو بعد فترة أو فترتين حيث يتم خلالهما ترويج المبيعات بأزمنة مختلفة، يمكن للمعاملات الفصلية أن تكون مستخدمة مباشرة، ويكون التنبؤ المحسوب قد أخذ بعين الاعتبار الأزمنة الجديدة لترويج المبيعات.

٢-٣- التنبؤ للمنتجات ذات الضغط التسويقى الضعيف:

هناك جمــود كبير فى مبيعات بعض المنتجات الاســتهلاكية وتتميز هذه المنتجات بالخصائص التالية:

- القدم.
- حالات التجديد المتكررة.
- السعر الضعيف.
- على الأغلب من الضرورات الأولية وذات الاستهلاك الدارج.

كل هذه الخصائص تجعل المسار الزمنى لهذه المنتجات قليل التأثر بالبيئة الاقتصادية العامة وبالسياسة التسويقية للمنشأة (السعر، الدعاية، ترويج المبيعات، ...). والمبيعات تتحقق تبعاً لاسم المنتَج ولفائدته.

من المنتجات التى تنتمى إلى هذه الفئة نذكر المنتجات ذات الاستخدام المنزلى مثل السكر، وماء جافيل، واللمبات الكهربائية، ... إلخ).

عند مواجهة القائم على التنبؤ لهذا النوع من المنتجات فإن عمله فى هذه الحالة يعتبر بســيطاً وميسراً. ومع ذلك يمكنه تحســين تنبؤاته من خلال إدخال بعض المتغيرات مثل السياسة الترويجية للمنشأة أو التأثيرات الخارجية المتوضعة ضمن إطار المنشأة نفسها.

التقنية المستخدمة للتنبؤ فى هذه الحالة هى الصقل الآسى (نموذج Holt–Winters) مع الإمكانية للتعديل الأوتوماتيكى للتنبؤ الحاصل من خلال إدخال عنصر تفسيرى ما. ويكون دور ذلك العنصر تصحيح التنبؤ تبعاً لنسبة مئوية مرغوب فيها (أكثر أو أقل) حول تطور المبيعات. ومثالاً على تلك التقنية واستخدامها فى مجال ترويج المبيعات، يمكن النظر إلى الملف *C7 EX3.XLS*.

تتميز هذه الطريقة ببساطة إدارتها مما يبرر استخدامها من قبل القائم على التنبؤ عندما يواجه عدداً كبيراً من المنتجات.

٣- التنبؤ الأسبوعى: حالة المنتجات الطازجة:

فى قطاع السلع ذات الاستهلاك الكبير وبشكل خاص فى مجال السلع الغذائية تعتبر دورة حياة المنتَج وشروط تقديمه بشكل طازج سبباً موجباً لإعداد التنبؤات خلال فترة أسبوع. وإن اعتماد عملية تقسيم التنبؤات الشهرية إلى أسابيع يقود إلى سلبية تتمثل فى محى المركبات الفصلية الخاصة بالأسبوع وإلى الالتزام بإدارة تقويم شهرى - أسبوعى. بالإضافة إلى ذلك، فإن معظم الأنشطة المتعلقة بالتسويق أو بالترويج للمبيعات يتم التخطيط لها بشكل أسبوعى ومن ثم فإن لها تأثيراً فى المبيعات الأسبوعية.

٣-١- طريقة التنبؤ الأسبوعى:

لكى نستطيع حساب المعاملات الفصلية الأسبوعية، نحتاج إلى سلسلة زمنية للمبيعات لا تقل عن ثلاث سنوات من المبيعات الأسبوعية، أى ما يعادل (١٥٦) مشاهدة. الأدوات الإحصائية المستخدمة هى نفسها المستخدمة بالنسبة لحساب التنبؤ الشهرى، ولكنها تتلاءم مع المعطيات الأسبوعية.

- تصحيح أيام العمل وتحليل المركبة الفصلية:

يعتبر تصحيح أيام العمل الفعلية ذا أهمية كبيرة فى حالة المعطيات الأسبوعية، فالتأثير ليوم عطلة على المبيعات الأسبوعية يجب أن يأخذ بعين الاعتبار وبشكل خاص عندما يكون هناك وصل أو «جسر» ما بين يوم العطلة ويوم آخر. يتم التصحيح بطريقة اعتيادية، فإذا اعتبرنا أن الأسبوع المتوسط يتكون من ستة أيام استهلاكية (أحياناً سبعة أيام) فإننا نطبق معامل تصحيح وفقاً لعدد أيام العمل الفعلية. يمكن أيضاً تحسين عملية التصحيح من خلال اعتماد معاملات تصحيحية مختلفة تبعاً ليوم العطلة، فعلى سبيل المثال يكون ليوم الاثنين العطلة (-١٠٪) تأثير أقل من يوم الجمعة العطلة (-٢٥٪).

هناك صعوبة أخرى تنجم من واقع أن بعض السنوات تكون مكونة من (٥٣) أسبوعاً ولغاية التبسيط فإننا لا نعتبر إلا (٥٢) أسبوعاً، واليوم أو اليومين الإضافيين من العام سـيكونان مدمجين مع الأسـبوع الـ (٥٢). يأتى تصحيح أيام العمل الفعلية لتصحيح الفائض من المبيعات المرتبط بهذا الأسبوع المحتوى على أكثر من (٧) أيام. تسمح هذه الأداة الاصطناعية باعتبار المساواة بين عدد المشاهدات من سنة إلى أخرى.

يجـب أن تحقق المعاملات الفصلية الأسـبوعية الـ (٥٢) بعض القواعد المشـتركة (المتوسـط يسـاوى (١) فى حال التعبير عن المعاملات بنسـب مئوية، و(٠) فى حال اسـتخدام وحدات المبيعات). كما يجب لكى تكون المعاملات فعالة، أن نستخدم ثلاث سـنوات أو أربع سـنوات (٢٠٨ مشـاهدات). وهناك صعوبة أساسية تتمثل فى عدم إمكانية المقارنة بين أسـبوع (مشـار إليه برقمه) مع الأسبوع نفسـه من العام القادم. فهنـاك فى واقع الأمر بعض الاضطرابـات العائدة للأعياد المتحركة أو لتقويم العطل الصيفية المدرسية مما يؤدى إلى تعديل فى المعاملات الفصلية.

- **خوارزمية (طريقة) الحساب:**

يمكـن مقارنة طرائق الحسـاب المتبعة مع تلك المسـتخدمة فى حسـاب التنبؤات الشهرية.

فعنـد تطبيق طريقـة داخلية ما (الصقل، كثير حدود لمركبـة الاتجاه العام، بوكس وجانكينـز، ...) يجب تعديل السلسـلة المصححة فصليـاً CVS، وكذلك تعديل التنبؤ المحسوب بواسطة السلسلة التفسـيرية المكونة من معاملات تصحيحية (متماثلة لكل سلع السوق)، وهى تمثل العناصر الخارجية (ترويج المبيعات، الدعاية، ...) المشار إليها سـابقاً. وهكذا فإن المعاملات الفصليـة (أو بالأحرى المعاملات الفصلية المميزة) يتم تعديلها بحيث يتم دمج مجموعة هذه المتغيرات فى سلسلة إحصائية واحدة.

أمـا عند التطبيـق لطريقة خارجية (نموذج تفسـيرى) فإن ذلـك يفترض معرفة المعلومات المتعلقة بالمتغيرات التفسيرية وبشكل أسبوعى. ويتم إدخال العناصر الفصلية (أعياد متحركة، عطل، ...) بواسطة متغيرات تفسيرية (متغيرات صماء) ممثلة للأعياد والعطـل. فالمتغير «عيد متحـرك» يأخذ القيمة (١) من أجل الأسـبوع المعتبر (عيد الفصح، الميلاد، ... إلخ) والقيمة (٠) للأسابيع الأخرى، أو أيضاً المتغير «عطلة» يأخذ القيمة (١) خلال فترة العطلة المدرسية والقيمة (٠) خارج تلك الفترات.

هناك بعض المنشآت ترغب فى إجراء تنبؤات للاستهلاك اليومى بغية تخطيط إنتاجها. فيمكن تقسيم التنبؤات الأسبوعية حسب الأيام وفقاً لمفتاح محسوب بواسطة المتوسطات المصقولة للقيم المشاهدة يوماً بيوم (متوسط الاثنين، متوسط الثلاثاء، ... إلخ) وذلك تبعاً لطريقة «الأوشحة». وتسمح معاملات التثقيل المحصول عليها بتقسيم التنبؤ الأسبوعى على أساس يومى.

٣-٢- مثال تطبيقى فى مجال منتجات الجبن:

منشأة متخصصة بإنتاج وتوزيع المنتجات الطازجة للسوق الفرنسى وللتصدير ويبلغ عدد المواد حسب تصنيفها نحو (٣٥٠) منتَجاً، منها نحو العشرين تشكل الأكثر أهمية من ناحية كونها مدعومة تسويقياً من قبل الموزعين وتحظى باهتمام إعلامى متلفز. وتخضع مبيعات منتجات الجبن للتغيرات فى الحرارة ويكون الاستهلاك من الأجبان متدنياً فى حالة الحرارة المرتفعة. بالإضافة إلى ذلك، تكون المبيعات من بعض أنواع الأجبان مرتفعة فى فترات الأعياد.

- الطريقة:

فى الخطوة الأولى يجب فصل السلع العشرين المهمة التى تمثل (٨٠٪) من رقم المبيعات عن السلع العادية، ويعتبر التنبؤ بالسلع العشرين تنبؤاً إستراتيجياً، ويتم من خلال نموذج تفسيرى حيث يتم اقتراح المتغيرات التفسيرية الأسبوعية التالية:

- الزيادات فى التعرفة كنسبة مئوية.
- الترويج للمبيعات لدى الموزعين: نسبة مئوية من التخفيض.
- الترويج للمبيعات لدى المستهلكين (عروض التعويض، عينات مجانية، ...): متغير ثنائى التصنيف.
- أنشطة تسويقية على أرض الواقع: متغير ثنائى التصنيف (١) فترة الترويج، (٠) فى الحالات الأخرى.
- حملة إعلانية متلفزة: عدد GRP[1] بالأسبوع الواحد.
- الانحراف عن الحرارة المتوسطة.
- الأعياد المتحركة: رمضان (متغير ثنائى، (١) لفترة العيد و(٠) فيما عدا ذلك).
- حركة الاتجاه العام طويلة الأجل ($t = 1, 2, 3, ...$) التى تمثل التطور الطبيعى للمبيعات.

(١) الـ GRP (Gross Rating Point) تقيس قوة الحملة الدعائية المتلفزة وتعتبر مؤشراً للحضور المحتمل. يمثل هذا المؤشر العدد الإجمالى للعروضات المحمولة لـ (١٠٠) شخص من الأشخاص المستهدفين.

أما بالنســبة للســلع العادية فإننا نستخدم تقنية الصقل الآسى مع إدخال تصحيح للعوامل الخارجية. وتكون آلية التنبؤ على النحو التالى:

- تجميع السلع حسب الفئات الفصلية.
- حساب المعاملات الفصلية لكل فئة.
- تصحيح عدد الأيام التسليم كل أسبوع.
- نزع المركبة الفصلية.
- حساب التنبؤ بواسطة الصقل الآسى أو حساب التنبؤ بواسطة نموذج تفسيرى.
- إعادة إدخال المركبة الفصلية.
- التصحيح من أجل عدد أيام التسليم.

نعرض فيما يلى النتائج لمثالين حقيقيين لمنتجين أساسيين. نسمى المنتَج فى المثال الأول A (الجــدول ٣) وفــى المثال الثانى B (الجدول ٤). ومن أجل هاتين الســلعتين تمت المقارنة بين طريقتين للتنبؤ: بواســطة الصقل (نموذج Holt) وبواســطة النموذج التفســيرى، ثم بعد ذلك تم حســاب الانحرافات بين التنبؤات وبــين القيم الحقيقية، وأخيراً ومن أجل المقارنة تم حساب المتوسط لكل سلسلة من الانحرافات.

النموذج التفسيرى المعتمد[١]:

$$VA_t = -94\ Tendance + 6407\ Paques_{t+1} + 4293\ Noel_{t+1} + 2075\ \Delta Tarif_{t+1} + 7\ Pub_{t+4} + 25311$$

حيث:

VA_t: المبيعات من المنتج A فى الأسبوع t.

$Tendance$: التطور الطبيعى للمبيعات ($Tendance = 1, 2, ..., n$).

$Paque$: متغير ثنائى التصنيف (١ لفترة عيد الفصح و٠ فيما عدا ذلك).

$Noel$: متغير ثنائى التصنيف (١ لفترة الميلاد و٠ فيما عدا ذلك).

$\Delta Tarif_t$: التغيير فى التعرفة فى الأسبوع t.

Pub_t: عدد الـ GRP فى الأسبوع t.

(١) تم اختيار هذا النموذج بعد تطبيق طريقة انتقاء المتغيرات التفسيرية الأكثر إسهاماً فى شرح التقلبات.

الجدول رقم (٣) التنبؤ للسلعة A

الأسبوع	المبيعات الحقيقية	التنبؤ بالصقل	الانحراف	التنبؤ بالنموذج	الانحراف
٦	٢٦٥١٢	٢٧٧٩٢	١٢٨٠-	٢٨٤٧٤	١٩٦٢-
٧	٣١١٩٣	٣٠٤٢٠	٧٧٣	٣٠٣٢٤	٨٦٩
٨	٢٧٨٥٣	٣٠٦٨٠	٢٨٢٧-	٣٠٢٣٠	٢٣٧٧-
٩	٢٧٠٣٥	٢٥٦٠٦	١٤٢٩	٣٠١٣٦	٣١٠١-
١٠	٢٧٦٣٤	٢٣٢٥٣	٤٣٨١	٢٨٠٩٨	٤٦٤-
١١	٢٨٠٥٧	٢٩٤٩٠	١٤٣٣-	٢٨٠٠٤	٥٣
١٢	٢٥١٦٥	٣٥١٨٤	١٠٠١٩-	٢٧٩٠٩	٢٧٤٤-
١٣	٣٣٣٢٢	٣٠٥١٩	٢٨٠٣	٢٧٨١٥	٥٥٠٧
١٤	٣٠٤٦٣	٣٢٣١٤	١٨٥١-	٢٩٢١٢	١٢٥١
المتوسط	٢٨٥٨٢	٢٩٤٧٣	٨٩٢-	٢٨٩١١	٣٣٠-

تعليق على نتائج التنبؤ للسلعة A:

نلاحـظ أن هناك تناقصاً طفيفاً على المدى الطويل للمبيعات بمقدار (-٩٤) وحدة بالأسبوع. بالمقابل هناك تزايد بالمبيعات بمقدار (٦٤٠٧) و(٤٢٩٣) وحدة للأسبوع الذى يسبق كلاً من عيدى الفصح والميلاد (تتعلق هذه المبيعات بالبضائع المسلمة من قبل الصناعى للموزعين ومن ثم نكون بصدد توقع لحصة الموزعين). كما أن الموزعين سيتوقعون زيادة فى الأسعار من خلال فائض المخزون التضاربى قبل أسبوع (+٢٠٧٥ وحدة) وأخيراً فإن شركة الإعلان تعطى (٧) وحدات إضافية من المبيعات لكل نقطة GRP، وذلك بعد نحو أربعة أسابيع من بداية البث التلفزيونى.

فيما يخص جودة التنبؤات، فإننا نستخلص أفضلية للتنبؤات بواسطة النموذج التفسيرى من تلك التى تم الحصول عليها بواسطة عمليات الصقل الآسى (من خلال مقارنة -٣٣٠ إلى -٨٩٢).

الجدول رقم (٤) التنبؤ للسلعة B

الأسبوع	المبيعات الحقيقية	التنبؤ بالصقل	الانحراف	التنبؤ بالنموذج	الانحراف
٦	٧٦٤٥	٥٤٩١	٢١٥٤	٩٠٣٥	١٣٩٠-
٧	١٠١٠٥	٨٠٠٦	٢٠٩٩	٩٣٩٣	٧١٢
٨	٦٥٨٧	٨٥٣٢	١٩٤٥-	١٠٨٧٦	٤٢٨٩-
٩	٧٨٦٧	٧٠١٠	٨٥٧	٧٨٨٢	١٥-
١٠	٩٩٩٧	٥٦٠٧	٤٣٩٠	١٠٧١٢	٧١٥-
١١	١٢٢٨٣	٥٤٩٦	٦٧٨٧	١٠٧٦٣	١٥٢٠
١٢	٧٦٤٧	٦٢٤٥	١٤٠٢	٨٦٤٥	٩٩٨-
١٣	١٢٦٤٨	٥٨٦٦	٦٧٨٢	١٠٢٥٧	٢٣٩١
١٤	٦٨٥٤	٥٣١٢	١٥٤٢	١٠٠٠٣	٣١٤٩-
المتوسط	٩٠٧٠	٦٣٩٦	٢٦٧٤	٩٧٤١	٦٧٠-

$$VB_t = 34\ Tendance - 478\ \Delta Tarif_t - 320\ Temperature_{t-4} + 6429$$

حيث:

VB_t: تمثل المبيعات من المنتج B عند الأسبوع t.

$Tendance$: التطور الطبيعى للمبيعات (مركبة الاتجاه العام، $Tendance = 1, 2, ..., n$).

$\Delta Tarif_t$: التغيير فى التعرفة فى الأسبوع t.

$Temperature^t$: الانحراف عن درجة الحرارة المتوسطة (قرابة الثلاثين) للأسبوع t.

تعليق على نتائج التنبؤ للسلعة B:

هناك اتجاه عـــام للزيادة فى المبيعات بمعدل (٣٤) وحدة أســـبوعياً ويتضح وجود تأثير انكماشـــى واحد فـــى المبيعات بمقدار (-٤٧٨) وحدة مرتبطاً بارتفاع الأســـعار، وذلك خلال فترة أسبوع الارتفاع نفسه. وأخيراً يلاحظ انخفاض فى المبيعات بمقدار (٣٢٠) وحـــدة لـــكل درجة حرارة أعلى من الحد المعيـــارى الفصلى، وذلك يحصل بعد أربعة أســـابيع من الزيادة غير الطبيعية فى درجات الحرارة، وهذه الفترة (٤ أسابيع)

تمثل فترة رد الفعل بين الانخفاض فى الاستهلاك الملاحظ من مخرجات الصندوق وبين انعكاس ذلك على الصناعى.

فيما يخص جودة التنبؤات، فإننا نستخلص أيضاً أفضلية للتنبؤات بواسطة النموذج التفسيرى من تلك التى تم الحصول عليها بواسطة عمليات الصقل الآسى وبمعدل أربع مرات أكثر دقة (من خلال مقارنة ٦٧٠- إلى ٢٦٧٤).

تتميز هذه الطريقة فى المعالجة للحالة المدروسة بالخصائص التالية:

- يتم التنبؤ بشكل أسبوعى وهذا يتوافق مع طبيعة المنتجات الطازجة حيث تستلزم هذه المنتجات عمليات إعادة توريد متكررة، وتكون استحقاقات شركات الإعلان والدعاية بشكل أسبوعى.
- يمكننا من خلالها استخدام خوارزميتين مختلفتين لإجراء التنبؤ.
- تمكننا من الأخذ بعين الاعتبار للتنوعية فى أنماط الترويج للمبيعات، من خلال إدخال ما نريد من المتغيرات التفسيرية ثنائية التصنيف حيث يشير المعامل لمتغير ما إلى الأثر الكمى لكل نمط من أنماط ترويج المبيعات.

٤- حساب المرونات والتنبؤ بتأثير الإجراءات التسويقية:

٤-١- عرض طريقة التقدير:

يسمح معامل المرونة بقياس التزايد لمتغير ما (المبيعات) الناتج عن التغيرات فى متغير آخر (السعر، الترويج، الدعاية، عدد التجار، ... إلخ). والفائدة من ذلك واضحة تتلخص فى أن معامل المرونة يسمح للقائم على التنبؤ بفهم تأثير تغير متغير تسويقى ما فى المبيعات. فعادة ما يطرح السؤال التالى: إذا ازدادت الميزانية المخصصة للإعلان بمقدار (١٢٪) فكم سوف تزداد المبيعات؟ أو إذا ازداد عدد الزائرين المرضى من (٨٥) إلى (٩٥)، فكم ستكون الزيادة فى عدد الوصفات الطبية؟ تسمح الإجابة عن هذه الأسئلة بتقييم مردودية الاستثمار فى مجالات محددة.

لحساب معامل مرونة المبيعات بالنسبة للسعر نستخدم العلاقة التالية:

$$e = \frac{dV / V}{dP / P} = \frac{dLogV}{dLogP}$$

حيث تمثل V المبيعات وP السعر.

ليس لمعامل المرونة وحدة قياس ويتم تفسـيره بشكل بسيط. فعلى سبيل المثال إذا كانت القيمة المقدرة لمعامل المرونة تساوى (-٠,٨٥)، فهذا يعنى أنه إذا ازداد السعر بمقدار (٥٪) فإن المبيعات ستنخفض بمقدار 4.25- = 5 × 0.85- أى (٤,٢٥٪).

تستند طريقة التقدير إلى نماذج الانحدار البسيطة والمتعددة ومن ثم يمكن استخدام البرنامج إكسل لإجرائها بسهولة. ويتم تحويل المتغيرات بشكل مسبق من خلال أخذ اللوغاريتم لها، وبما أن معامل المرونة يمثل النسبة للمشتقات اللوغاريتمية فإن معامل الانحدار يُفسر مباشرة على أنه معامل المرونة.

على سبيل المثال، يتم تقدير مرونة المبيعات بالنسبة للسعر من خلال النموذج التالى:

$$Log\ V_t = a_0 + a_1\ LogPRIX_t$$

حيث يمثل المعامل a_1 المقدّر معامل المرونة e.

الغاية من النموذج اللوغاريتمى هى تقديم مرونات ثابتة سـهلة الحساب رغم عدم أحقية هذا الافتراض أحياناً.

يمثل الجدول رقم (٥) أشكال المرونة التى يمكن أن نواجهها والأكثر استخداماً.

الجدول رقم (٥) أشكال المرونة

المتغير الواجب تفسيره	المتغير التفسيرى	نمط المرونة
المبيعات	السعر	المرونة السعرية المباشرة
المبيعات	الدعاية	المرونة الإعلانية المباشرة
المبيعات	السعر المنافس	مرونة السعر المتقاطع
المبيعات	الإعلان المنافس	مرونة الإعلان المتقاطع
حصة السوق	مؤشر الأسعار	المرونة السعرية المباشرة
حصة السوق	مؤشر الأسعار المنافس	المرونة السعرية المتقاطعة
حصة السوق	حصة الإعلان	المرونة الإعلانية المباشرة
حصة السوق	حصة الإعلان المنافسة	مرونة الإعلان المتقاطع

نعرض هنا بعض الأمثلة عن النماذج الواجب تقديرها وكيفية تفسير المعاملات:

$$Log\ V_t = a_0 + a_1\ Log\ PRIX_t + a_2\ Log\ PRIXCONCURRENT_t$$

حيث: V_t تمثل المبيعات و$PRIX_t$ سعر البيع و$PRIXCONCURRENT_t$ سعر البيع المنافس.

كما أن a_1 تمثل مرونة المبيعات بالسعر المباشر وa_2 مرونة المبيعات بالسعر المتقاطع (مع المنافسين).

$$Log\ PM_t = a_0 + a_1\ Log\ IPRIX_t + a_2\ Log\ IPRIXCONCURRENT_t$$

حيث PM_t تمثل حصة السوق، $IPRIX_t$ مؤشر سعر المنتَج، و$PRIXCONCURRENT_t$ مؤشر أسعار المنتجات المنافسة.

وتكون a_1 مرونة حصة السوق بالسعر المباشر، a_2 مرونة حصة السوق للسعر بالسعر المتقاطع.

$$Log\ PM_t + a_0 + a_1\ Log\ IPX_t + a_2\ Log\ IPC_t + a_3\ Log\ PUB_t + a_4\ Log\ PUBC_t$$

حيث PM_t تمثل حصة السوق، وIPX_t مؤشر سعر المنتج، وIPC_t مؤشر أسعار المنتجات المنافسة، وPUB_t النفقات الإعلانية للمنشأة و$PUBC_t$ النفقات الإعلانية المنافسة.

وتكون a_1 مرونة حصة السوق بالسعر المباشر، وa_2 مرونة حصة السوق للسعر بالسعر المتقاطع وa_3 مرونة حصة السوق للنفقات الإعلانية المباشرة وa_4 مرونة حصة السوق للنفقات الإعلانية للمنافسين.

٤-٢- أمثلة حسابية:

يبحث مدير تسويق منشأة تعمل فى قطاع منتجات الصيانة عن العلاقة بين مبيعات تلك المنشأة ونفقاتها الإعلانية ولديه من أجل ذلك معطيات تتعلق بالمبيعات وبالنفقات الإعلانية للأعوام الممتدة من عام ١٩٩١ إلى ١٩٩٥ وبشكل فصلى (الجدول ٦).

الجدول رقم (٦) المبيعات والنفقات الإعلانية (الملف C7 EX4.XKS)

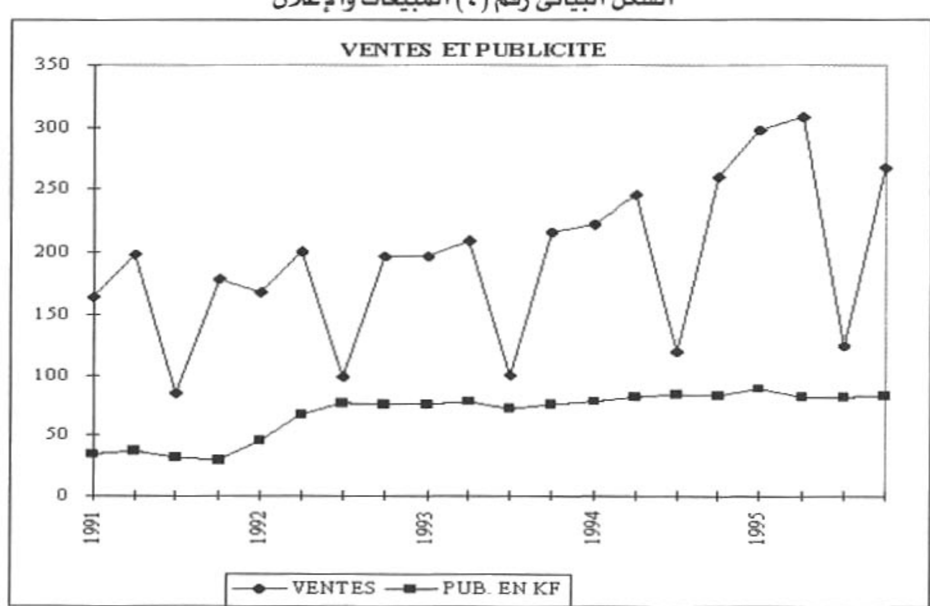
العام	الفصل	المبيعات	النفقات الإعلانية بآلاف الفرنكات
١٩٩١	T١	١٦٤	٣٤
	T٢	١٩٨	٣٦
	T٣	٨٥	٣٢
	T٤	١٧٩	٢٩
١٩٩٢	T١	١٦٨	٤٥
	T٢	٢٠١	٦٧
	T٣	٩٨	٧٦
	T٤	١٩٧	٧٥
١٩٩٣	T١	١٩٧	٧٥
	T٢	٢٠٩	٧٨
	T٣	١٠٠	٧٢
	T٤	٢١٦	٧٥
١٩٩٤	T١	٢٢٣	٧٨
	T٢	٢٤٥	٨١
	T٣	١١٩	٨٤
	T٤	٢٦٠	٨٣
١٩٩٥	T١	٢٩٨	٨٩
	T٢	٣٠٩	٨٢
	T٣	١٢٤	٨١
	T٤	٢٦٧	٨٣

وبحساب معامل الارتباط الخطى بين المبيعات والإعلان نجده $\rho^2_{ventes.pub} = 0.16$ وقيمة اختبار ستيودنت التجريبي (الفصل الرابع) يساوى $t = 0.85$ وبالمقارنة مع القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (٥٪) و(١٨) درجة حرية والمساوية (٢,١٠)

نســتخلص أن $2.10 > 1.85$، ومن ثم فإن معامل الارتباط المحســوب لا يعتبر مختلفاً معنويــاً عن القيمة صفر، ومن ثم غير جوهرى، أى لا يوجد، على ما يبدو، علاقة بين المبيعات والإعلان.

ولكن النظر إلى التمثيل البيانى للمبيعات وللنفقات الإعلانية (الشكل البيانى رقم ٤) يوحــى بوجود مركبة فصلية واضحة فى سلســلة المبيعات وعدم وجودها فى النفقات الإعلانية. لهذا السبب فإن معامل الارتباط الذى سبق أن حسبناه كان ضعيفاً. ففى واقــع الأمــر، التحليل بخصوص الارتباط لا يمكن إجراؤه بين سلســلتين إلا إذا كانت هاتان السلسلتان غير فصليتين أى CVS.

الشكل البيانى رقم (٤) المبيعات والإعلان



الآن عند إعادة حساب معامل الارتباط بين سلسلة المبيعات المخلصة من التأثير الفصلى أى CVS (الجــدول ٧) وبين النفقات الإعلانية يظهر لنا مســاوياً لـ $\rho^2_{ventesCVS,pub} = 0.57$ وتصبح القيمة التجريبية لاختبار ســتيودنت $t = 4.93$ وهى أكبر من القيمة الجدولية المســاوية (٢,١٠)، ومن ثم فإن معامل الارتباط أصبح الآن مختلفاً معنوياً عن القيمة صفر. ونستطيع الآن حساب معامل مرونة المبيعات للنفقات الإعلانية.

التقدير الاقتصادى القياسى يقود إلى النتائج التالية:

$$LOG\ VENTES\ CVSt = \underset{(4.74)}{0.36}\ LOG\ PUB_t + 1.61$$

$$R^2 = 0.55, \quad n = 20, \quad (.)\ t\ de\ Student$$

نلاحظ أن معامل المرونة $e = \hat{a}_1 = 0.36$ مختلف معنوياً عن القيمة صفر $(t^* = 4.74 > t = 2.10)$. فـإذا ازدادت النفقـات الإعلانية بمقدار (١٠٪) فإن المبيعات ستـزداد بمقـدار (٣,٦٪). ولمعرفة ما إذا كانت المنشـأة تحقق مردودية من استثمارها الإعلانى، يكفى مقارنة تكلفة الزيادة فى الميزانية الإعلانية بالربح المتحقق المرتبط بالزيادة (المتوقعة) للمبيعات.

الجدول رقم (٧) المبيعات CVS ولوغاريتم المبيعات CVS والنفقات الإعلانية

العام	الفصل	المبيعات CVS	لوغاريتم المبيعات CVS	لوغاريتم الإعلان
١٩٩١	T١	١٣٩	٢,١٤	١,٥٣
	T٢	١٥٧	٢,٢٠	١,٥٦
	T٣	١٤٨	٢,١٧	١,٥١
	T٤	١٥٣	٢,١٨	١,٤٦
١٩٩٢	T١	١٤٣	٢,١٥	١,٦٥
	T٢	١٥٩	٢,٢٠	١,٨٣
	T٣	١٧٠	٢,٢٣	١,٨٨
	T٤	١٦٨	٢,٢٣	١,٨٨
١٩٩٣	T١	١٦٧	٢,٢٢	١,٨٨
	T٢	١٦٦	٢,٢٢	١,٨٩
	T٣	١٧٤	٢,٢٤	١,٨٦
	T٤	١٨٤	٢,٢٧	١,٨٨
١٩٩٤	T١	١٩٠	٢,٢٨	١,٨٩
	T٢	١٩٤	٢,٢٩	١,٩١
	T٣	٢٠٧	٢,٣٢	١,٩٢
	T٤	٢٢٢	٢,٣٥	١,٩٢
١٩٩٥	T١	٢٥٣	٢,٤٠	١,٩٥
	T٢	١٤٥	٢,٣٩	١,٩١
	T٣	٢١٦	٢,٣٣	١,٩١
	T٤	٢٢٨	٢,٣٦	١,٩٢

٤-٣- قياس المرونة السعرية وتقييم تأثير الدعاية:

نستطيع من خلال المعطيات الضوئية Scanners (الفصل الثامن) إجراء تحليل دقيق للحساسية تجاه الأسعار، وبشكل خاص فى حالة الطلب الانتقائى، أى الطلب المتعلق بمنتج ما أو بماركة ما محددة. ومن خلال التحليل للدراسات حول المرونة السعرية للطلب الانتقائى نذكر دراسة (Tellis (١٩٨٨ b, p ٣٣٧ التى أظهرت أن المرونة السعرية هى أكبر بثمانى مرات بالمتوسط من المرونة الإعلانية المساوية (٠,٢٢) التى تم الحصول عليها من دراسة (Assmus et al. ١٩٨٤). هناك دراسات أخرى أيضاً تم من خلالها إجراء تحليل لتأثير خصائص العلامة (الماركة) وسياسات بائعى المفرق على استجابة المستهلكين من خلال مفهوم المرونة السعرية (Shankar eth Krishnamurthi, ١٩٩٦ ، Karande et Kumar, ١٩٨٥)، ولقد تبين أيضاً أن الخصائص الاجتماعية السكانية أكثر أهمية من المتغيرات المرتبطة بالمنافسة فى شرح حساسية المستهلكين تجاه الأسعار (Hoch et al, ١٩٩٥).

نستطيع من خلال التنبؤ أيضاً وباستخدام قواعد المعطيات الضوئية قياس التأثير النسبى للأسعار وللإعلان فى حركة المبيعات، ومن ثم يمكننا التمديد الخارجى واتخاذ القرار حول الإجراء المناسب إما بتخفيض الأسعار وإما الاستثمار من جديد فى مجال الإعلان. لقد أجرى (Tellis al, ١٩٨٨) دراسة تستند إلى المعطيات الضوئية واستخدام نموذج Logit، وقد ركز من خلالها على العلاقات بين الإعلان وإخلاص المستهلك وبين الخيارات التى يبديها هذا الأخير لماركة محددة دون غيرها. السؤال الذى تم اختباره هو تقييم تأثير العرض المتكرر للنصوص الإعلانية على المستهلكين. ومن خلال نتائج الدراسة تبين أن الإعلان يكون فعالاً فى زيادة حجم المشتريات للزبائن المخلصين ولكنه أقل فعالية فى كسب زبائن جدد. ووفقاً للدراسة نفسها فإن الأخذ بعين الاعتبار لفعالية بعض المتغيرات التسويقية الأخرى وخصوصاً متغير تغيير الماركة قد أدى إلى ظهور إستراتيجية معقولة تقضى بتشجيع محاولات الشراء عبر استخدام العينات المجانية والكوبونات، وبعد ذلك دعم عمليات إعادة الشراء بواسطة الإعلان .... .

٤-٤- نماذج عن فعالية الإجراءات الترويجية:

قام Gupta عام ١٩٨٨ بتحليل أثر الترويج للمبيعات فى ثلاثة قرارات للمستهلك، وهى: متى وماذا وكم يشترى؟ ومن أجل ذلك استخدم ثلاثة نماذج، واحداً لتمثيل القرارات الزمنية للشراء (interpurchase time model ٢- Erlang)، وآخر نموذج

Logit (كثير حدود متعدد) لاختيار الماركة، والثالث Logit (تجميعى) لتحديد الكميات المشتراة. ومن خلال النتائج يتضح مرة أخرى الدور الأساس لعملية الترويج للمبيعات التى تؤدى إلى تغيير الماركة. هناك (٨٤٪) من الزيادة فى المبيعات المرتبطة بالترويج تعود إلى تغييرات الماركة، فى حين أن تزايد المبيعات مع الزمن (الشراء المتوقع) لا يمثل إلا (١٤٪) من المبيعات الإضافية، وهناك (٢٪) فقط تعود إلى اقتناء المخزون من قبل المستهلك جراء بعض العروض التشجيعية.

هناك مجموعة من النماذج المستخدمة للتنبؤ بفعالية الإجراءات الترويجية (١٩٩٤ Volle,)، البعض منها يتعلق بالترويج من النمط «المستهلك» حيث نجد نموذج (١٩٨٢) Reibstein et Traver ونموذج (١٩٩٠) Neslin، ومنها من نمط « الموزع» مثل نموذج PROMOTER ((١٩٨٧) Abraham et Lodish). تعتمد النماذج من نمط المستهلك على الترويج من خلال توزيع الكوبونات والغاية من ذلك هى تقدير المبيعات الإضافية العائدة لهذه العملية وبحيث تكون الفعالية مرتبطة بحصول الزبون على تخفيضات بمجرد إبرازه للكوبون. وقد قام (١٩٨٢) Reibstein et Traver بتقدير نموذج نسبة التخفيض باستخدام الانحدار المتعدد على مجموعة من المتغيرات التفسيرية الممكنة ابتداء بالقيمة الوجهية للكوبون وبنسبة التخفيض على سعر المنتَج حتى عدد الكوبونات الموزعة، مروراً بالأنماط المختلفة للدعم المادى للكوبون وللمنتَج نفسه. تسمح المعاملات المقدرة للنموذج على مجموعة من المعطيات المقطعية لـ (١٤٠) عملية ترويجية، بالتنبؤ بتأثيرات الترويج معبراً عنها بمعدل التخفيض وانطلاقاً من الخصائص المميزة لعملية إصدار الكوبون. هناك طريقة أخرى تقضى أولاً بإيجاد النموذج لتخفيض الكوبونات، ومن ثم قياس تأثيرها فى المبيعات. لقد قام (١٩٩٠ Neslin) باستخدام سبعة أصناف من القهوة وقدر نسبة المبيعات المتزايدة العائدة إلى الكوبونات التى تتعلق بكون البيع يتم للمستهلكين غير المخلصين للماركة، وكانت هذه النسبة تتراوح من (٠,٢١) إلى (٠,٥٤).

يستخدم نموذج PROMOTER ((١٩٨٧) Abraham et Lodish) أساساً لنموذج PROMOTIONSCAN, d'IRI-Secodip ويتعلق بالتنبؤ بتأثير الترويج للمبيعات من النمط «الموزع». ومن خلاله يتم تقسيم المبيعات المشاهدة إلى مبيعات أساسية ومبيعات إضافية، وهذه الأخيرة تعود إلى الترويج للمبيعات من النمط «الموزع». يشتمل هذا النموذج على عدة مراحل (Volle, ١٩٩٤)، مرحلة تحليل السلاسل الزمنية للمبيعات الأسبوعية التى تسمح بعزل مكونات حركة الاتجاه العام والفصلية للحوادث الاستثنائية ومن ثم مرحلة حساب خط الأساس baseline أى السلسلة الزمنية لمستوى

المبيعـــات التى كان يمكـــن أن تكون دون إجـــراء الترويج للمبيعات. ويتم إنشـــاء هذه السلسلة من خلال تخليص السلسلة من مجموعة الفترات الزمنية حيث يوجد تأثيرات ترويجية والاكتفاء بالمعطيات الناتجة. بعد ذلك يتم، فى المرحلة الأخيرة، إجراء عملية تمديد خارجى للمعطيات الأخيرة، ومن ثم نســتطيع حســاب تأثير الترويج للمبيعات من خلال الفروقات بين المبيعات المشاهدة خلال فترة الترويج والمبيعات لخط الأساس baseline.

الفصل الثامن
المنتجات ذات الاستهلاك الكبير (٢)
التنبؤ باستخدام المعطيات الضوئية Scanner

تم منذ عدة سنوات استخدام التقنية الضوئية لقراءة أسعار المنتجات فى المجمعات التجارية الكبرى، وتعتمد هذه الطريقة على قراءة مجموعة من الخطوط المرمزة بشكل آلى وتسمح بالحصول على المبيعات بشكل فورى ودقيق، ومن ثم تشكيل سلاسل زمنية من المبيعات على مستوى المستهلك الفردى، وليس كما كان الوضع فى الحالات السابقة أى على المستوى التجميعى للمستهلكين. ونستطيع من خلال هذه التقنية ملاحظة السلوك التفصيلى للشراء لعينة من المستهلكين الذين قبلوا أن يشكلوا مجموعة مراقبة لدراسة أوضاع السوق Panels. وعبر هذه التقنية تم استخدام النماذج ذات الخيار الثنائى (شراء/عدم شراء) كأداة لتحليل المعطيات المجمعة والتى تفسر سلوك المستهلك عبر مجموعة من المتغيرات الأساسية المتعلقة بالسياسة التسويقية (نوع المنتَج، السعر، الترويج والتخفيضات، والبيانات الديموغرافية والاجتماعية، والبيانات السلوكية، ... إلخ).

نعرض فى القسم الأول من هذا الفصل مصادر المعطيات، أى مجموعات عينات الاختبار Panels وقواعد البيانات الناتجة عنها والمستخلصة من القراءة الضوئية فى المجمعات التجارية، وكذلك نعرض النموذج المناسب لاستثمار هذه البيانات وهو النموذج Logit. ثم نعرض فى القسم الثانى طرائق التنبؤ بالمبيعات للمنتجات الجديدة وطرائق قياس الفعالية الإعلانية باستخدام المعطيات ذات المصدر الواحد "Single-source" التى تشمل معطيات الاستهلاك (المستندة إلى مجموعات الاختبار Panels للمستهلكين وللموزعين) ومعطيات الإصغاء audience (المستندة على مراقبة لعينات الاستهلاك من الأسر عبر وسائط مختلفة). فى القسم الثالث نبين كيف يمكن لتخمينات السوق التجريبى أن تكون مستخدمة من أجل التنبؤ السنوى على أساس المعطيات الضوئية، ويكون القسم الأخير مخصصاً لعرض تطبيق تقنيات "data mining" فى التنبؤ المتعلق بإخلاص الزبون.

١- إيجاد النموذج لخيارات المستهلكين:

١-١- مجموعات الاختبار Panels والمعطيات الضوئية:

تمثل مجموعات الـ Panels عينات استطلاعية منتظمة ودائمة من الأسر أو من الوحدات بالمعنى الإحصائى (محل تجارى على سبيل المثال) حيث يتم سؤال هذه المجموعات عن سلوكيات الشراء أو آرائهم بشكل منتظم. وهذه المجموعات نوعان، واحدة خاصة بالمستهلكين والأخرى بالموزعين. ومثالاً على مجموعات استطلاع الرأى للمستهلكين، نذكر شركة IRI-Secodip التى تمتلك مجموعتين مكونتين من (٥٠٠٠) أسرة، واحدة للسلع الاستهلاكية الجارية والأخرى مكونة من مجموعة من النساء من العمر (١٥) فما فوق، تركز على المشتريات من منتجات الحمام والنظافة والعطور. وتقوم عناصر هاتين المجموعتين بإرسال كشف مشترياتهم مرة واحدة كل أسبوع متضمناً النوع والكمية والسعر بواسطة البريد إلى الشركة Secodip. أما فيما يخص مجموعات استطلاع الرأى للموزعين فنشير هنا إلى مجموعات Nilsen، INTERCOR (IRI-Secodip) وGfk-France، وهذه المجموعات تستند إلى عينة دائمة من نقاط البيع بالمفرق. ويقوم موظفو شركة Nielsen بالمرور مرة واحدة كل شهرين لأخذ كشف كامل للمشتريات للفترة المدروسة وحساب المخزون. المؤشران الأساسيان المعتمدان هنا هما مؤشر الـ DN (Distribution Numérique: النسبة المئوية للمحلات التجارية المتعاملة بماركة محددة) ومؤشر DV (Distribution Valeur: حصة الماركة/ رقم الأعمال الإجمالى لفئة المنتجات).

خلال الثمانينيات من القرن الماضى تم تطوير أنظمة آلية تسمح باستخدام القارئ الضوئى لمعالجة صناديق محاسبة المبيعات وتسمى هذه الأنظمة "Scanning". وتستند إلى قراءة رمز لمجموعة من الخطوط (يسمى فى فرنسا GENCOD)، وهذا النظام معيارى على المستوى الدولى (المعيار EAN). ويسمح هذا الرمز بالتعريف بالمنتَج وببلد التصنيع وبالمصنع، وهو يبسط مجموعة الإجراءات الإدارية بين الموردين والموزعين.

ومن أجل الأخذ بعين الاعتبار للتخفيضات المخصصة للمستهلك النهائى (هدية، بطاقة تخفيض، ...) فقد تم استخدام رمز متغير (VA) ذى رقمين وموزع من قبل المنتِج ويكمل التعريف بالمنتَج. لقد كان لدى العديد من مؤسسات استطلاع الرأى ومؤسسات البحث التسويقى التجارى فكرة استخدام مجموعة المعلومات من أجل إنشاء أدوات آلية للبحث التسويقى وذلك فى إطار التقييم والتنبؤ:

- تقييم النجاح لمنتَج جديد.
- تقييم التأثير المحتمل لنوع ما من أنواع الترويج التسويقى للمبيعات.
- قياس بعض الإجراءات المرتبطة بسلوكية المستهلك (إعادة الشراء، وفاء المستهلك وإخلاصه لماركة معينة ...).
- إجراء تنبؤات للمبيعات لمجال زمنى قصير (بضعة أسابيع).

من أجل ذلك، يجب جمع المعطيات بشكل نظامى لعدة محلات تجارية ولعدة مستهلكين. ولكن هناك خشية حول مدى تمثيل البيانات تتلخص بما يلى:

- يتوجب على المستهلكين إجراء مشترياتهم الأساسية من بضعة محلات، وهذه الأخيرة يجب أن تكون مغطاة بنظام جمع المعطيات. وهذا الإجراء يفرض نفسه لكى تكون المعطيات ممثّلة بشكل جيد لإجمالى سلوكية الشراء لكل واحد من هؤلاء المستهلكين.
- يتوجب على مجموعة المحلات التجارية التى يتم فيها جمع البيانات أن تكون ممثلة بشكل جيد للمجتمع الأم (المستهلكون لمنطقة ما أو حتى للبلد بأكمله).

يضاف إلى ذلك أن المستهلكين الذين وافقوا على اعتبارهم جزءاً من عينات الاختبار أو الرأى مقابل بعض المنافع المادية خلال تسديد مشترياتهم سيسمحون بوجود علاقة بين مشترياتهم وبين صفاتهم الخاصة (العمر، الجنس، الوضع العائلى، الدخل، ... إلخ). وبشكل عام ستزداد كمية البيانات المجموعة، وكذلك دقتها عند اعتبار الفترة الأسبوعية للشراء وعند وضوح دليل المنتج (الشكل، النوع بدقة، التخفيضات والصفات الخاصة المؤقتة المرتبطة بالمنتج).

حالياً هناك العديد من مؤسسات مجموعات الرأى Panels التى تتعامل مع قواعد البيانات ذات الجودة المحسنة من حيث شمولها للمجمعات التجارية الكبرى. فهناك على سبيل المثال المؤسسة الأميركية IRI (Information Resources Inc.) التى تعرض بيانات تغطى إجمالى الأسواق الأساسية فى الولايات المتحدة. كذلك هناك مؤسسة A.C. Nielsen الأولى عالمياً فى مجال شركات الرأى، وتستخدم النظام SCAN-TRACK الذى يجمع فى فرنسا المعطيات حول المشتريات لبضعة آلاف من المحلات التجارية المتوضعة فى عشرة مناطق جغرافية. بمقابل مؤسسة A.C. Nielsen تقترح مؤسسة IRI-Secodip نظاماً يغطى مدينة (Chateau-Thierry (INFOSCAN. تسمح هذه الفكرة بتمثيل أفضل لمشتريات المستهلكين عبر المعطيات الضوئية، ولكنها لا تغطى إجمالى السوق الوطنى حتى لو كانت المدينة

المختارة ممثلة لإجمالى الأرض الفرنسـية. أيضاً هناك مؤسسة Marketing Scan فـرع Gfk و Mediametrie-rxpansion التى تقتـرح النظام BEHAVIORSCAN المستند إلى سـوقين اختباريين دائمين فى غرب فرنسا هما، سوق مدينة Angers وسـوق مدينة Le Mans، وهما يشـكلان تجمعاً يقدر بـ (١٥٠٠٠٠) ساكن، وهناك مجموعـة اختبارية panel للمسـتهلكين مكونة من مجموعة من الأسـر ومجموعة اختباريـة للموزعين مكونة من مجموعـة من المحلات التجارية والسـوبر ماركت، التـى تمثـل (٩٥٪) من مبيعات المفـرق المحققة فى هذه المناطـق. وقد تم اختيار هذين الموقعين الجغرافيين لأن لهما بنية سـكانية اجتماعية قريبة من تلك الخاصة بالمتوسـط الوطنى، وكذلك لتمتع سـكان تلك المدن بخاصية إجراء مشـترياتهم أو معظمها من المحلات المغطاة بنظام جمع البيانات.

يبين الجدول (١) مكونات هذين السـوقين الاختباريـين ولقد تم تخصيص غرفة إصغاء صوتى لنصف الأسر فى مدينة Angers تسمح بمعرفة المحطات المشاهدة من قبل أفراد الأسرة، ومن ثم قياس مدى رؤيتهم للإعلانات السابقة بطريقة تجريبية.

الجدول رقم (١) مكونات العينات الاختبارية panel فى نظام BEHAVIORSCAN

النظام BEHAVIORSCAN	مجموعة المستهلكين	مجموعة الموزعين
موقع Angers	٤٠٠٠ أسرة مزودة ببطاقة تعريف رقمية و٢٠٠٠ منها مجهزة بغرفة إصغاء.	٧ محلات تجارية ضخمة تشكل ٤١٢٠٠ متر مربع من مساحة المبيعات وتمثل ٩٥٪ من مبيعات المنطقة.
موقع Le Mans	٣٠٠٠ أسرة مزودة ببطاقة تعريف رقمية.	٩ محلات تجارية ضخمة تشكل ٥١٢٠٠ متر مربع من مساحة المبيعات وتمثل ٩٥٪ من مبيعات المنطقة.

تعتبر قواعد البيانات الضوئية ذات أهمية كبيرة للتسويق الكمى وللتنبؤ بالمبيعات. فبواسـطتها لم نعد نمثل ظواهر المبيعات بشـكل تجميعى وعلى فترات زمنية طويلة، شهر على الأقل، كما لم نعد نمثلها على مجموعة كبيرة جداً من المستهلكين. من هذا

الواقع نســتطيع الاقتراب شيئاً فشــيئاً من إجراء التنبؤ على معطيات حقيقية ودقيقة (بشــكل أســبوعى عموماً)، وذلك من خلال اختبار تأثير إجــراءات محددة جداً على المنتجــات وعلى مجموعات المســتهلكين المحددة بدقة. يبقــى إذن بعد جمع البيانات والتأكد من مدى تمثيلها، إيجاد النموذج الرياضى الذى يسمح باستثمار هذه البيانات وهذا ما سنراه من خلال النموذج المسمى بنموذج Logit.

١-٢- مجموعة نماذج Logit:

المبدأ الأساسى لهذه النماذج يعتمد على البحث عن النموذج لمتغير ثنائى التصنيف يأخذ القيمة (٠) عندما لا يشــترى المســتهلك المنتَج فى الفترة t والقيمة (١) عندما يشتريه.

ومن خلال هذه النماذج نســتطيع الانتقال من تفســير المتغير الثنائى الفردى إلى تفسير احتمالية الشراء على مستوى مجموعة المستهلكين. لهذه المجموعة من النماذج العلاقة الرياضية التالية:

$$P_i = F(Z_i) = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} = \frac{1}{1 + e^{-(a + \beta X_i)}}$$

حيث:

- P_i: تمثل احتمال إجراء المستهلك i لخيار ما محدد.
- X_i: خاصة من خصائص الفرد i (دخله على سبيل المثال).
- e: أساس اللوغاريتم النيبرى.
- a: الحد الثابت وβ تقيس تأثير الخاصة على القانون الاحتمالى.

يســتخدم هذا النموذج متغيراً تفسيرياً واحداً ويمكن تعميمه ليشمل مجموعة من المتغيرات التفســيرية عددها k متغيراً تفســيرياً تمثل خصائص أخرى للفرد (العمر، الجنس، ... إلخ).

- **صعوبات التقدير الإحصائى واللجوء إلى نموذج Logit:**

فى نموذج الانحدار الخطى العادى يكون المتغير الواجب تفســيره متغيراً مستمراً، ومن ثم يمكن أن يأخذ كل القيم الحقيقية ولكن فى حال رغبتنا فى اعتبار متغير يأخذ فقــط قيمتين اثنتين، فإن نموذج الانحدار العادى لم يعد صالحاً. بالإضافة إلى ذلك،

فإن الشــروط الاعتياديــة لتقدير النموذج لم تعد محققة، ومن ثم ســتكون المعاملات المقدرة غير معنوية إحصائياً[١].

- **نموذج Logit متعدد الحدود:**

يستند هذا النموذج إلى بعض المسلمات الرياضية الأساسية[٢]. لنأخذ الفرد i الذى يواجــه اختياراً بين مجموعة من بدائل الحلول S_i (أى الخيار بين عدة أنواع (ماركات) أو عدة أشكال)، نفترض أن:

(١) - يقدم الحل البديل k بالنسبة للفرد i منفعة u_k

$$u_k = v_k + \varepsilon_k$$

حيث:

v_k: هى المركبة الجبرية لمنفعة الفرد i والتى نحســبها انطلاقاً من القيم المشاهدة للمتغيرات التفسيرية.

ε_k: هــى مركبة عشــوائية لمنفعة الفرد i، متغيرة مــن فرصة خيار إلى أخرى (من شراء إلى آخر) ومرتبطة بمجموعة المتغيرات التى لا يمكننا ملاحظتها، ومن ثم أخذها بعين الاعتبار.

(٢) - مقابــل مجموعة البدائل الســابقة، فإن الفرد i يختــار البديل الذى يوفر له المنفعة الأكبر. بمعنى آخر فإن احتمال اختيار البديل k (شراء المنتج k دون غيره) هو:

$$P_k = P\,(u_k \geq u_j,\ j \in S_i)$$

(٣) - تخضع ε_k لتوزيعات عشوائية مستقلة من النوع الآسى المضاعف.

انطلاقاً من الفرضيات السابقة، يمكننا البرهان[٣] على أن احتمال الخيار لمنتج ما / البديل k من قبل الفرد i له الشكل التالى:

$$P_k = \frac{e^{v_k}}{\sum\limits_{j \in S_i} e^{v_j}}$$

(١) لم تعد مصفوفة التباين والتباين المشــترك للأخطاء تحقق فرضياتها، أى القيم الصفرية خارج القطر الأول والقيم الثابتة على هذا القطر.

(٢) Guadagni et Little (١٩٨٣).

(٣) Theil (١٩٦٩).

وهذا يمثل موديل Logit متعدد الحدود.

يمكن التعبير عن المركبة الجبرية لمنفعة المستهلك (العضو فى مجموعة الاختبار) مــن المنتَج البديل k كتابع خطى للمتغيرات المشــاهدة الممثلــة لخصائص المنتَج k، إذ إن جزءاً من هذه الخصائص ســيكون من مواصفات المنتَج (الســعر على سبيل المثال) والجزء الآخر من خصائص المستهلك أو بيئته (الدخل أو نوع ومساحة المحل، المعطيات المناخية، ... إلخ). تمثل هذه المركبة بيانات أولية للإدخال على المعادلة السابقة ويعبر عنها بالطريقة التالية:

$$v_k^i = \sum_{j \in T} b_{jk} x_{jk}^i$$

حيث:

x_{jk}^i: تمثل القيمة المشاهدة للخاصة j للمنتَج البديل k بالنسبة للمستهلك i.

b_{jk}: تمثل التثقيل للخاصية j للمنتَج البديل k.

٢- التنبؤ بالمبيعات للمنتجات الجديدة وقياس الفعالية الإعلانية بواسطة المعطيات ذات المصدر الواحد:

٢-١- مفهوم معطيات «المصدر الواحد» single source:

يرتبط مفهــوم المعطيات ذات المصدر الواحد أو الوحيد بالمعطيات التى تكون فيها سلوكية الشراء مقاسة من قبل عين الأشخاص (الذين ينتمون إلى عينة ممثلة للمجتمع المدروس) من خلال تعريضهم إلى وسائل الاتصال الإعلانية. بالإضافة إلى المعطيات الدقيقــة عن البيــع وعن الخصائص الســكانية، الاجتماعية والمالية وحتى النفســية للمســتهلكين المســتهدفين، فإنه يتوافر الآن، فى بعض الأنظمــة، إمكانية الأخذ بعين الاعتبــار للقطات التلفزيونية المشــاهدة من قبل هؤلاء المســتهلكين. حيث تتوافر آلة تســجيل متوضعة فى جهاز استقبال التلفزيون تســمح بتسجيل القنوات المشاهدة مع التوقيت الدقيق ومن ثم معرفة الإعلانات المشــاهدة من قبل الأســرة. وتتوافر أيضاً أدوات أخرى تســمح بمعرفة الفرد أو الأفراد من الأسرة الذين قد يكونون من عناصر المجموعة الاختبارية والذين يشاهدون لقطات إعلانية محددة.

وهكذا فإنه يتم اســتخدام قواعد المعطيات الضوئية المجمعة باســتخدام النموذج Logit للتنبؤ بالمبيعات للمنتجات ذات الاســتهلاك الكبير وبمستويات دقيقة. وتسمح هذه القواعد من المعطيات الضوئية بنمذجة الظواهر التالية[1]:

- تغيير اسم الماركة والعائد إلى التأثيرات الترويجية.
- تأثير عمليات الترويج الإعلانى، عندما تقود هذه الأخيرة إلى تضخيم المخزون لدى المستهلك (نمط الشراء أكبر من نمط الاستهلاك)، على المبيعات للفترات القادمة.
- تأثير مصداقية وإخلاص المســتهلك. وهذه النقطة مهمة؛ لأنها تسمح بالتمييز بين المســتهلك الوفى وبين المســتهلك غير الوفى الذى يبدل نوع السلعة بسهولة، وتسمح هذه النقطة من ثم بإجراء معالجة منفصلة لكل نوع من النوعين الســابقين فى إطار السياسة الترويجية والدعائية.

كما أن قواعد المعطيات الضوئية تســمح لنا بتقييم أفضل لبعض المرونات، وبشكل خاص مرونة حجم الســعر، كما تســمح أيضاً بإلمام أفضل لآلية اللعبة التنافســية من خلال دمج تأثير العروض الترويجية للمنافسين فى مبيعات المنشأة.

يجب الإشــارة هنا إلى أن هذه الأدوات المخصصــة باعتبارها هدفاً نهائياً لإجراء التنبــؤ بالمبيعات، تســتند إلى طريقة تجريبية تبدو منذ البداية أنها طرائق مســاعدة لاتخاذ القرار. المقصود هنا هو مقارنة مجموعة من المســتهلكين معرضين لحافز ما (إعلان، ترويج، ... إلخ) مقابل مجموعة مراقبة أخرى لا تخضع لأى معالجة تجريبية. فالشــبكة عبر الكابلات التى تربط بين مدن مختلفــة (مثلاً مدينة Angers فى حالة نظام BEHAVIORSCAN المشار إليه سابقاً) تسمح بالبث التلفزيونى لدى عينة من الأســر للإعلانات التلفزيونية التى نرغب فى اختبارها. وهذه العينة من الأسر تكون مجهزة بعلبة خاصة تسمح لنا بمعرفة البرامج التى تتابعها هذه الأسر، ومن ثم معرفة الرســائل الإعلانية التى يشــاهدونها، وبكوننا نمتلك معرفة تفصيلية عن مشترياتهم فإنه يصبح من الســهل لنا ملاحظة التأثيــر لعمل أو حدث ما على مجموعة الاختبار مقابل مجموعة شاهدة أخرى غير معرضة لهذا الحافز.

يتم اســتخدام هذه النتائج فى إطار المســاعدة على اتخاذ القرار ولكن، كما سنرى لاحقاً، يمكن أيضاً استخدامها للتنبؤ بالمبيعات.

(١) Guadagni et Little (١٩٨٣).

٢-٢- الاختبارات للمنتجات الجديدة وللخطط التسويقية: مثال منتج بقالة جديد:

نبحث فى هذه الفقرة الحظوظ المتاحة لطرح منتَج بقالة جديد فى السوق وإمكانية توسع سوقه إلى المستوى الوطنى، وذلك من خلال اختبار الخطة التسويقية لمرحلة طرح المنتَج الممتدة لفترة ثمانية أسابيع. المتغيرات المأخوذة بعين الاعتبار هى تأثير الإعلان فى نجاح نوع المنتَج (الماركة) وتأثير الخطة الترويجية. يبين الرسم التوضيحى (١) الخطة التجريبية. الهدف هنا هو اختبار التأثير لحملة إعلانية مكونة من (١٣٨٠)[(١)] GRP تجرى على فترة أربعة أسابيع من خلال مقارنتها مع مجموعة مراقبة غير معرضة لأى تأثير. فى الوقت نفسه يتم تعريض كلتا المجموعتين لأنماط مختلفة من التأثيرات الترويجية. وكون هذه الأخيرة تجرى على المحتويات الأساسية للمحل فإنه من غير الممكن معالجتها بطريقة تجريبية بحتة مع مجموعة مراقبة غير معرضة للحافز المشار إليه. وفيما يتعلق بالعمليات الترويجية فهى تعتبر شبه تجريبية، وتشمل الإجراءات الترويجية المختبرة داخل المخزن (in-store) مثل têtes de gondole (TG) «عبارة عن عينة من المنتَج المراد الترويج له موضوعة على رؤوس الرفوف داخل المحلات التجارية الكبرى» والكراسات الدعائية للمنتج المراد تسويقه (P)، وكذلك توزيع العينات المجانية (E) واختبار البضاعة (تذوق) (D) وعملية "Stop rayon" (SR) التى تسمح بالإشارة إلى العروض الترويجية، ويمكن تثبيتها على الرفوف الداخلية وتلفت نظر المستهلك إلى هذه العروض. وفى الوقت نفسه هناك عملية التعويض عند الشراء بالرزم (on pack) التى تمتد لكامل الفترة المعتبرة دون أن نستطيع من ثم تقييم تأثيرها الخاص.

يقود الاختبار إلى التحقق بشكل أسبوعى خلال فترة ممتدة لثلاثة أشهر (١٣ أسبوعاً) من معدل الدخول أو الاختراق للمنتج الجديد ومن معدل إعادة الشراء للمنتج نفسه، وذلك عبر المقارنة بين الأسر المزودة بعلب المراقبة (أى المعرضة للحملة الدعائية من الأسبوع الثانى إلى الخامس)، وبين المجموعة الشاهدة غير المعرضة للحملة الدعائية التى ترغب المؤسسة فى اختبارها. النتائج معروضة فى الجدول رقم (٢).

يتم قياس النجاح النسبى للإجراءات الترويجية من خلال حساب الرقم القياسى للمبيعات حسب دليل كل مجموعة من المنتجات ولكل نوع «ماركة» للأسابيع دون وجود ترويج. ولقد تم تنفيذ كل إجراء ترويجى لفترة أسبوعين.

(١) تقاس قوة الحملة الإعلانية بالعدد الإجمالى للرسائل المستلمة من قبل مجموعة المستهدفين. أما الـ GRP (Gross Rating Point) التى تمثل العدد الإجمالى للعروض المنسوبة إلى (١٠٠) شخص من المستهدفين فهى تخدم فى قياس قوة الحملة الإعلانية.

الرسم التوضيحى رقم (١) الخطة التسويقية التجريبية

أسبوع الاختبار	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
مجموعة الاختبار ٢٠٠٠ أسرة معرضة	============== > (حملة TV مكونة من ١٣٨٠ GRP للأسابيع من ٢ إلى ٥)											
المجموعة الشاهدة ١٠٠٠ أسرة غير معرضة	بدون دعاية											
الإجراءات الترويجية (in-store)		TG P		TG E	TG D	TG D		TG E P		TG P SR		
الإجراءات الترويجية (on pack)	عرض تعويض (١٠٠٪) مؤجل (على إجمالى الفترة المكونة من ١٢ أسبوعاً)											

الجدول رقم (٢) الفعالية النسبية لمختلف الإجراءات الترويجية (الرقم القياسى للبيع ١٠٠)

الرقم القياسى للمبيعات ١٠٠ من أجل الأسابيع دون ترويج	العارض (D) TG +	الكراسات (P) TG + Stop rayon+	العينات (E) TG +	الكراسات (P) TG +	الكراسات (P)
الفئة (١٠٠)	٣٥٢	٢٤٥	١٩٩	١٩٤	١٣٢
الماركة (١٠٠)	٣٤٥	٢٠٦	١٣٠	١٧٠	١٠٩

تسـمح البيانات المجمعة فى الجدول رقم (٣) بالتأكد من فعالية الحملة الإعلانية التى تسـهم فى تطوير جاذبية الماركة الجديدة. ومـن بين الإجراءات الترويجية نجد الإجراءات المختلطة الأكثر فعالية وبشكل خاص اللجوء فى الوقت نفسه إلى استخدام العارض للبضاعة (D) و(TG).

الجدول رقم (٣) نتائج اختبار السوق

المتغير	حصة السوق (الحجم/المشتريات ٪)		النسبة المئوية لاختراق السوق		حجم الشراء التجميعى من قبل المشترى (باللترات)	
المجموعة	أسر معرضة للحملة	مجموعة شاهدة	أسر معرضة للحملة	مجموعة شاهدة	أسر معرضة للحملة	مجموعة شاهدة
المعطيات	١١,٢	٧,٥	٤,٠	٢,٨	٣,١٦	٢,٧
الرقم القياسى	١٤٩	١٠٠	١٤٢	١٠٠	١١٧	١٠٠

٢-٣- قياس الفعالية الإعلانية:

لقياس الفعالية الإعلانية نستخدم هنا ماركة ذات انتشار واسع فى مجال الصناعات التجميلية، وتحتل منذ عدة سنوات المركز الثالث أو الرابع للنساء اللواتى من العمر (١٥) إلى (٣٤) سنة. ويرغب المسؤول التسويقى بتقييم التأثير لزيادة ملموسة فى الميزانية الإعلانية التى تزداد من (٦٢٥) GRP إلى (١١٢٥) GRP (+٥٠٠ GRP أى ما يعادل + ٨٠٪)، وذلك ضمن افتراض زيادة معتدلة فى الاستثمارات التسويقية. كما نرغب فى تقييم نتائج الزيادة إلى (١٥٢٥) GRP فى إطار زيادة قوية جداً فى حصة الصوت[١] (+٩٠٠ GRP أى ما يعادل جداء الميزانية بمقدار ٢,٤). الغاية من هذه الدراسة هى قياس المساهمة الإعلانية فى نجاح الماركة المستخدمة، وكذلك التنبؤ بقوة تأثيرها فى حالة ارتفاع النفقات الإعلانية. تم إجراء الاختبار على (٧) محلات تجارية اختبارية (خمسة من النوع hypermarket واثنين من النوع supermarket)، واستمر لمدة (٢٠) أسبوعاً. تشتمل الخطة التجريبية على ثلاث مجموعات ويتم تعريض مجموعة المراقبة إلى الإعلان بواقع (١٢٥) GRP للأسابيع الثلاثة الأولى ثم بواقع (٢٥٠) GRP للأسابيع من الرابع إلى السابع، وبواقع (٢٥٠) GRP فى نهاية الفترة من الأسبوع السابع عشر إلى الأسبوع العشرين مما يمثل بالإجمالى ما مقداره (٦٢٥) GRP كجهود إعلانية حالية. يشير الجدول (٤) إلى التوزيع النسبى للجهود الإعلانية على مجموعتى الاختبار.

---

(١) تمثل حصة الصوت النسبة التى يمثلها منتَج ما أو ماركة ما فى الاستثمارات الإعلانية الإجمالية لفئة المنتَج، وهى تقيس الشدة الإعلانية بالنسبة للمنافسين الآخرين.

الجدول رقم (٤) الجهود الإعلانية (بـ GRP) والنتائج بدلالة عدد النقاط لحصة السوق (PM)

أسبوع الاختبار	١ إلى ٣	٤ إلى ٧	٨ إلى ١١	١٢ إلى ١٦	١٧ إلى ٢٠	PM
مجموعة المراقبة (٩٥٠ أسرة)	١٢٥	٢٥٠			٢٥٠	٨٫٣
مجموعة الاختبار ١ (١٠٠٠ أسرة)	١٢٥	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٨٫٤
مجموعة الاختبار ٢ (١٠٠٠ أسرة)	١٢٥	٤٠٠	٣٥٠	٢٥٠	٤٠٠	١٢٫٦

تشير النتائج لمجموعتى الاختبار من مقارنتها مع مجموعة المراقبة أن الزيادة المعتدلة للضغط الإعلانى لا تسمح للماركة المدروسة بنمو معنوى أو جوهرى، فحصتها فى السوق لا تزداد إلا من (٨٫٣) إلى (٨٫٤)، وهذه الإضافة فى الحصة لا تبرر الجهد الإعلانى الإضافى، أى (٥٠٠) GRP. بالمقابل فإن الفرضية الثانية أى الزيادة القوية جداً بالضغط الإعلانى أدت إلى زيادة محسوسة بشكل واضح لحصة السوق (أكثر من ٥٠٪). مع ذلك وعلى الرغم من أهمية هذا الجهد الإضافى فإن الخطر من تحرك المنافسين لزيادة استثماراتهم الإعلانية يمكن أن يقود هذه الماركة إلى التفكير بإعادة صياغة كاملة للتسويق المختلط بدلاً من الزيادة القوية جداً فى ميزانيتها الإعلانية.

٣- التنبؤ السنوى بالمبيعات باستخدام قواعد المعطيات الضوئية:

٣-١- قواعد المعطيات والمخطط العام للتنبؤ:

يلزم لإجراء التنبؤ بالمبيعات وجود السوق الاختبارى الذى يغطى منطقة محدودة ومغلقة من السوق الكلى، ويلزم كذلك توافر الأدوات اللازمة للحصول على المعطيات وحيدة المصدر حول ذلك السوق. ولا تتم دراسة السوق الاختبارى إلا من أجل عدد محدود من الأسابيع يتراوح بين (٢٠) إلى (٣٠)، بشكل عام وذلك بسبب تكلفته المرتفعة. من جهة أخرى، قد يحصل لأسباب مختلفة تعود إلى أوضاع محلية محددة أن يبتعد السياق المحدد للاختبار ولو بشكل جزئى عن الشروط الوطنية، ويجب فى هذه الحالة إعادة توجيه وتصحيح هذه الانحرافات. أخيراً، قد تكون هناك بعض الإجراءات قد تم استخدامها على السوق الاختبارى بشكل مبالغ به زيادة أو نقصاناً مقارنة بما سيكون عليه الحال بالنسبة للسوق الوطنى، ومن ثم لا بد أيضاً من إعادة التوجيه والتصحيح.

وكما هو موضح من الرسم التوضيحى رقم (٢)، فإن التنبؤ السنوى باستخدام سوق اختبارى ومعطيات ضوئية يتم عبر أربع مراحل. يجب أولاً تقدير المتوقع على أساس السوق الاختبارى أى على أساس عدد السكان ومدة الاختبار ثم يجب اللجوء إلى شكلين من أشكال التصحيح واحد يتفق مع الإسقاط الزمنى والآخر مع الإسقاط الحيزى أو المكانى. الغاية النهائية هى الوصول إلى حجم المبيعات المتوقعة على المستوى الوطنى لمدة عام[1].

٣-٢- الإسقاط للسوق الاختبارى:

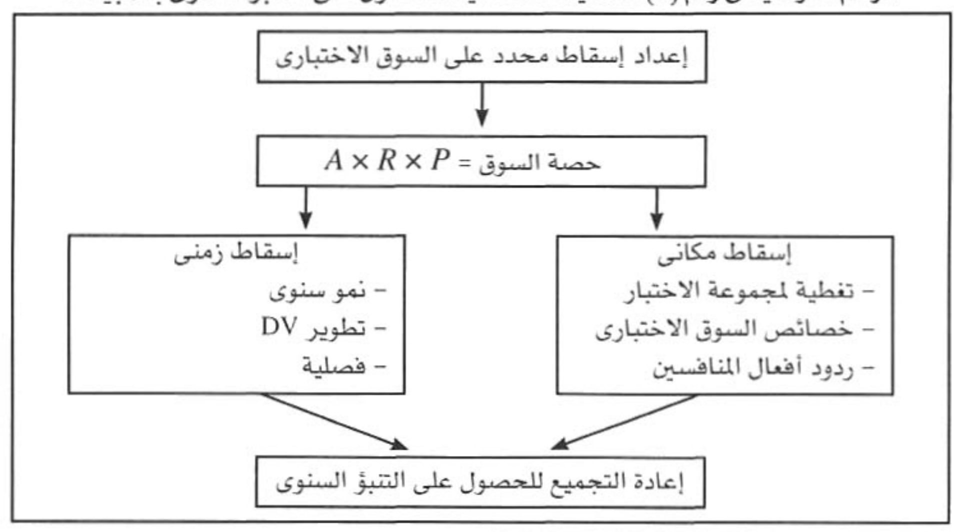
يمكن تقدير حصة السوق لمنتَج جديد ما من خلال المعادلة التالية التى تمثل نموذج سلوكية المشترين (نموذج ١٩٦٨، Parfitt et Collins):

$$A \times R \times P = \text{حصة السوق}$$

حيث:

تمثل P الدخول التراكمى للمنتَج نحو السوق والناتج عن ميول المستهلكين إلى تجريب المنتَج، وهو يقاس بنسبة المجربين للمنتَج وسط مجموعة المشترين لفئة المنتجات المنتمية للمنتَج المدروس.

الرسم التوضيحى رقم (٢) العمليات المتتالية للحصول على التنبؤ السنوى بالمبيعات



(١) يستوحى العرض فى هذه الفقرة من مثال نظام التنبؤ السنوى Behavior scan Projection.

وتمثل R معدل إعادة الشراء، فبعد المحاولة الأولى قد يحجم المستهلك عن الشراء لهذا المنتَج الجديد أو بالعكس سيعاود الشراء منه، وتقاس R بالنسبة من حجم المبيعات التى يخصصها المجربون لإعادة شراء المنتَج من إجمالى فئة المنتَج أما الباقى فيكون مخصصاً للماركات الأخرى للمنافسين (Merunka, ١٩٩٢).

أما A فتمثل مؤشر الشراء المعبر عنه بحجم الشراء.

هناك مجموعة من نماذج الإسقاط لسوق اختبارى ما (Parfitt et Collins, Fourt-Woodlock, New One de Erim-Nielsen)، ولكن لها جميعها المبدأ نفسه أى إعادة تشكيل الداخلين إلى السوق ولحوادث الشراء فى قاعدة البيانات الناتجة عن السوق الاختبارى. فنموذج الدخول الذى يستخدم لتقدير ميول المستهلك لتجريب المنتَج الجديد أو عدم تجريبه يستند إلى مؤشرين أساسيين، نقطة الإشباع Point de saturation لاختراق السوق، وميل Pent تطور اختراق السوق الذى يعتبر دالة لحوافز السوق، وبشكل خاص الإجراءات الإعلانية والترويجية. وآلية عمل هذه النماذج مشابهة لآلية عمل النموذج المنطقى الذى تم التعرض له فى القسم الأول من الفصل السابع. ويعطى نموذج الاختراق للسوق تقديراً سنوياً لعدد المشترين من الأسر مقارنة بعدد السكان العام. ويبقى أن نضيف هذا النموذج إلى نموذج وقائع الشراء السنوية لمشترٍ ما، والذى يمثل R وA فى العلاقة السابقة.

من خلال نموذج وقائع الشراء يتم أولاً إيجاد نموذج لاحتمال إعادة الشراء ومن ثم تحديد الكميات المطلوبة لكل واقعة. ومن خلال التوفيق مع نتائج نموذج اختراق السوق يمكننا الوصول إلى إسقاط أولى للكميات السنوية، بمستوى DV مساوٍ لـ (١٠٠) (يعتبر المنتَج متوافراً فى مجموع المحلات التجارية على المستوى الوطنى)، وفقاً للتسويق المختلط الأمثل، ومع إهمالنا لبعض العوامل مثل التغطية المكانية لمجموعة الاختبار وللمركبة الزمنية الفصلية التى تستوجب إجراء تصحيحات زمنية ومكانية. (المخطط ٢).

٣-٣- التصحيحات الزمنية والمكانية وإعادة التجميع للحصول على التنبؤ لمدة عام:

إن دخول المنتَج الجديد حيز التوزيع لا يتم بشكل فورى أو لحظى وإنما يخضع لعمليات تعريف متتالية من قبل المجمعات التجارية الكبرى (hypermarket أو supermarket) مما يستلزم إجراء تصحيحات أولية تأخذ بعين الاعتبار هذه الفروقات المكانية. ومن ثم فإن المنشأة ستعمل على صياغة عدة فرضيات لآلية تشكيل الـ DV

(واقعية، تفاؤلية، تشاؤمية) ومن ثم سيكون لهذه الافتراضات تأثير فى التنبؤ حسب سرعة دخول المنتَج الجديد شبكة التوزيع. التصحيحات التى يتم استخدامها تكون ذات علاقة بمشتريات الأسر غير المنتمية إلى مجموعة المراقبة وبنوعية الأماكن المؤثرة فى سلوكية المستهلك وتؤدى بمجملها إلى وجود تحيز جزئى فى التقدير[١]. يتم حساب التصحيحات على معطيات مجموعات الاختبار الخاصة بالتوزيع مثل Info scan d'IRI-Secodip أو Scantrack de Nielsen.

يتم إجراء نوع آخر من التصحيح على العوامل الزمنية ويرتكز بشكل أساسى على عنصرين اثنين: واحد يتعلق بمركبة الاتجاه العام، والآخر بالمركبة الفصلية (تم مناقشة هذه المركبات عدة مرات فى الفصول السابقة). فمعدل النمو للسوق يدخل فى صيغ حساب التنبؤ وفقاً لشكل النمو لمجموعة المنتجات فى فئته، فى حين يتم تطبيق المعاملات الفصلية من أجل الأخذ بعين الاعتبار للحوادث التى حصلت خلال فترة اختبار السوق. فقد يحصل أن تكون الفترة المدروسة تتعلق بموسم معين مما ينعكس إيجاباً أو سلباً على مشتريات المستهلكين، ومن ثم لا بد من إجراء تصحيح ما. ويمكن حساب المعاملات الفصلية باستخدام السلاسل الزمنية الطويلة المكونة من معطيات مجموعات الاختبار لسنوات عدة. أخيراً بعد الانتهاء من عمليات التصحيح يتم إعادة جمع البيانات بغية الحصول على تنبؤات لحجم المبيعات السنوى على المستوى الوطنى.

٤- التنبؤ بصدق (إخلاص) الزبائن:

يعود الفضل فى توافر كميات كبيرة من البيانات المفيدة للتحليل إلى قواعد البيانات الضوئية وإلى عمليات التحسين والتطوير المستمرة للأدوات الإحصائية المتاحة، وكذلك إلى استطلاعات الرأى. ولقد تم مؤخراً اللجوء إلى تقنيات تسمى data mining التى يعرِّفها Jumbu (١٩٩٨) بأنها عملية تحويل وتقييم (إعطاء قيمة) للمعطيات الموجهة لغاية ما للمنشأة، باستخدام تحليل متقدم وذكى للمعطيات عبر مجموعة من طرائق معالجة تحليل البيانات (من التمثيل البيانى البسيط وصولاً إلى طرائق شبكات الأعصاب المعقدة). وتعتبر عملية data mining عملية تكرارية للمعالجة وللحكم على المعطيات، وتسمح عبر خطوات متتالية بالوصول إلى أداة للقرار الواجب اتخاذه على مستوى إدارة المؤسسة. نعرض فيما يلى مثالاً يتعلق بالتنبؤ بإخلاص أو وفاء الزبائن

(١) أظهر Pourtant, Gupta *et al.* (١٩٩٦) أنه رغم أن الأسر المختبرة بعيدة عن كونها ممثلة لإجمالى الأسر فإن المرونة السعرية المقدرة على أساس معطيات مجموعات الاختبار تكون قريبة جداً من تلك التى تم الحصول عليها بطرق أخرى.

والمأخوذ من مقالة (١٩٩٨) Jumbu. ونستطيع من خلال الرسم التوضيحى رقم (٣) التعرف على المراحل المختلفة لهذه العملية.

الرسم التوضيحى رقم (٣) التقدير والتنبؤ بإخلاص الزبائن باستخدام data mining



٤-١- تحليل إخلاص (وفاء) الزبائن:

نـــدرس فى المرحلة الأولى مجموعــة المتغيرات التفســيرية ذات العلاقة بموضوع إخلاص الزبائن. ويعتبر المتغير التفسيرى متغيراً ثنائى التصنيف (القيمة (١) مخلص والقيمــة (٠) غير مخلص)، ويتــم وضع الزبائن على أســطر والمتغيرات الكمية (مثل العمــر أو الدخل) والنوعية (مثل الجنس) على الأعمدة. الغاية الابتدائية هنا هى فى دراســة العلاقة بين هذه المتغيرات والإخلاص باستخدام معاملات الارتباط (بالنسبة للمتغيرات الكمية) واختبار كاى مربع المعيارى للمعطيات النوعية. ومن خلال استخدام طرائق تحليل التوافق المتعدد نســتطيع الوصول إلــى طريقة أولى منهجية للإخلاص من خلال محاولة الكشــف عن فئات من الزبائن متجانســة حول مجموعة محددة من المتغيرات التفسيرية، ومن ثم لهم سلوكية متشابهة بخصوص الإخلاص.

فى المرحلة الثانية نحاول تكوين نموذج يسمح بتقدير مؤشر الإخلاص للزبائن ومن ثم التنبؤ به. وهناك طريقة كلاســيكية للوصول إلى هذا المؤشــر عبر طريقة نموذج Logit الذى ســبق شــرحه فى الفقرة (١-٢) من هذا الفصــل، حيث تكون المتغيرات التفســيرية تلك المعروضة فى المرحلة الأولى، وهى التى ثبتت علاقتها مع الإخلاص. التحليل التحيزى analyse discriminante يعتبر بديلاً لنموذج Logit ويسمح بحساب تابع للمتغيرات التفســيرية الذى يصنف بطريقة مثالية الأفراد بين فئتين (مخلصين/ غيــر مخلصين). أخيراً هنــاك إمكانية لتحليل جداول العلاقة الارتباطية بواســطة تحليــل التوافق (AFTL)، حيث نعزل وبشــكل نهائى محوراً وحيــداً يقابل المخلصين إلــى غير المخلصين، ويمكننا عندئذ اختيار عدد المتغيرات المعتبرة بطريقة تجعل عدد الأفراد المصنفين أفضل ما يمكن.

٤-٢- القيمة الاقتصادية للزبائن:

نســتخدم فى المرحلة (٣) العلاقة المســتخدمة من قبل المختصين لحساب القيمة الاقتصادية للزبون (Jumbu, ١٩٩٨, p. ٧٤):

$$I_{vc} = a\left(A + \sum_{i=1,p}(F_i - C_i)\right)$$

حيث

I_{vc}: مؤشر القيمة الاقتصادية.

a: التثقيل المتماثل لإجمالى الزبائن.

A: تكلفة كسب زبون.

F_i: مبلغ الفاتورة الشهرية و C_i تكلفة خدمة الزبون.

P: عدد الأشهر لبقاء الزبون مخلصاً لمؤسسته.

هناك مشكلة عملياتية تتعلق بتقدير فترة الحياة للزبائن وهذه الفترة يمكن تقديرها باستخدام التحليل الشـعاعى التوافقى وباستخدام منحنيات lift (من أجل التفاصيل يمكن العودة لمقالة Jumbu, ١٩٩٨, p. ٧٥).

٤-٣- القيمة الاقتصادية وإدارة إخلاص الزبائن:

فـى المرحلة (٤) يكفينا من أجل التنبؤ بمؤشـر إخلاص الزبائـن بعض المعطيات البسـيطة والعملية مثل نمط السـكن أو العمر، وفى هذا التنبؤ يتم حسـب خصائص أفراد المجتمع الذين سـيتم عليهم التنبؤ. ويكفى على سـبيل المثال اسـتخدام نموذج الانحدار المنطقى المقدر فى المرحلة (٢) مع قواعد هذه المعطيات. وبالطريقة نفسـها يتم التنبؤ بفترة حياة الزبائن انطلاقاً من قيم المتغيرات التفسيرية المكتشفة فى المرحلة السـابقة، مع الأخذ بعين الاعتبار تأثير كل متغير من هذه المتغيرات التفسـيرية على تباين متغير إخلاص الزبائن. لا بد من الإشـارة إلى أن أنماط المتغيرات التفسـيرية تؤثر فى زيادة أو تقليص فترة حياة الزبون.

فى المرحلة الخامسة تسمح إدارة إخلاص الزبائن للمسؤول التسويقى بإنشاء خطة حقيقية للتحرك مستندة إلى مجموعة من المتغيرات. متغيرات ديموغرافية اجتماعية تفسـر الإخلاص ومعطيات تتعلق بموضوع الفواتير وبمؤشر الإخلاص للزبون وبفترة الحياة المقدرة، وبمؤشر قيمته الاقتصادية. ويتم التعامل مع هذه المعطيات والاستفادة منها بطريقتين تقنيتين، الأولى تتم بشكل إفرادى على مستوى الزبون الواحد؛ إذ يكفى فقط الضغط على النقطة الممثلة للزبون على الرسـم البيانى حتى يتم الحصول على المعلومات المطلوبة، والثانية تقضى بتجميع الزبائن على رسـم بيانى واحد تبعاً لمؤشر الإخلاص ولمؤشر القيمة الاقتصادية. ويسمح هذا الإجراء برؤية تفصيلية، من خلال الرسـم البيانى، لتجمعات الزبائن حسـب خصائصهم المتعلقة بموضوع الوفاء للسلعة فعلى سـبيل المثال يمكننا رؤيـة المخلصين الذين لديهم قيمـة اقتصادية قليلة مقابل الزبائـن غير المخلصـين، ولكنهم يمتلكون قيمة اقتصادية مرتفعـة، ومن ثم لا بد من خطة تحرك من أجل هؤلاء.

بقى أن نشير إلى الدور الذى تلعبه تقنيات أساليب معالجة البيانات المتعلقة بالمستهلكين فى عملية تقييم تأثير الإجراءات الإعلانية والترويجية على التنبؤ بالمبيعات، وتبقى صعوبة الأخذ بعين الاعتبار لقرارات المستهلك ولعدد المتغيرات المؤثرة فيه (مكونات المزيج التسويقى: السعر، المنتج، الإعلان والترويج) كافية لجعل عملية التنبؤ بالمبيعات صعبة التحقيق. وهناك واحدة من الصعوبات العملية بهذا الشأن تتعلق بآلية اللعبة التنافسية التى تجعل من التنبؤ الصحيح تنبؤاً غير مؤكد بسبب التعديلات الجوهرية التى تتم من قبل منافس أو مجموعة من المنافسين على برامج تحركهم التسويقية.

الفصل التاسع
التنبؤ للمجالات الزمنية القصيرة جداً ضمن شروط خاصة

سنعالج فى هذا الفصل مسائل التنبؤ المتعلقة بالمجالات الزمنية القصيرة وبأنشطة خاصة وتشمل:

- التنبؤ بالأنشطة اليومية فى مجال الخدمات أو المنتجات من خلال مثال يتعلق بإنشاء نظام للتنبؤ بعدد زائرى برج إيفل.
- التنبؤ للسلع ذات مدد الحياة المحدودة وبشكل خاص السلع الفصلية كتلك المتعلقة بتصميمات الأزياء من الملابس الموسمية وذلك من خلال نظام للتنبؤ مخصص لهذا القطاع.

رغم استخدامنا للوسائل نفسها المستخدمة سابقاً إلا أن تطبيقاتها فى هذه الظروف غير المعيارية تجعل من الضرورى إعادة صياغتها.

١- التنبؤ بالأنشطة اليومية:

١-١- عرض المشكلة:

يعتمد المجال الزمنى للتنبؤ على نوع ونمط النشاط الذى تمارسه المؤسسة ويكون هذا المجال بالنسبة لمعظم المؤسسات قصيراً أو متوسط الأجل، وقد تكون الفائدة قليلة بالنسبة لبعض القطاعات التى تُجرى التنبؤات طويلة الأجل، بشكل تجميعى (كل شهر). ولنأخذ مثالاً يتعلق بقطاع المطاعم الصغيرة، من النوع المسمى «كافيتريا» حيث يتوجب على القائم على هذه المنشأة التنبؤ فى نهاية كل أسبوع بعدد الأطباق التى سيقدمها فى الأيام الخمسة عشر القادمة، ولكلتا الفترتين الصباحية والمسائية. ولا شك أن دقة التنبؤ بالنسبة له مهمة جداً كونه يقوم بعملية إزالة التجميد عن الأغذية صباحاً، ومن ثم فإن الفائض غير المستهلك سيتم التخلص منه لأسباب صحية أو غيرها. بالإضافة إلى ذلك فإنه يتم تمرير الطلبيات من المواد فى بداية كل أسبوع وفى حالة الفائض أو النقص فى المخزون فإن المنشأة ستتكبد خسائر كبيرة.

لنأخذ مجالاً آخر يتعلق بالعمل فى المخازن أو المجمعات الكبرى hypermarket حيث إن هناك تشريعاً صارماً بخصوص عمل الأفراد فى صناديق المحاسبة. ويعتبر

التنبؤ بعدد العربات المارة بالصندوق بشـكل ساعىٍّ ذا فائدة كبيرة لمدير المجمع، حيث يستطيع فى هذه الحالة وضع خطط لفتح الصناديق حسـب الحاجة بغية تقليل فترة انتظار الزبون، وكذلك تقليص أجور اليد العاملة.

مثـال آخر يتعلق بالصحافة، فمن المعلوم أن عدد النسـخ المطبوعة من صحيفة ما يخضـع لمجموعة من العوامل مثل عدد قراء تلـك الصحيفة، والفترة الزمنية للتوزيع، وكذلك حصول بعض الحوادث الاسـتثنائية الاقتصادية أو السياسية التى تجلب عدداً جديداً من القراء. ومن المعلوم أيضاً أن لكل عدد غير مباع من الصحيفة قيمة متبقية معدومة تقريباً، وذلك اعتباراً من اليوم التالى بالنسـبة للصحف اليومية واعتباراً من الأسبوع التالى بالنسبة للصحف الأسبوعية. كما أنه يتوجب على إدارة الصحيفة فى حال رغبت فى توزيعها فى منطقة ما - أن توزع بشكل مجانى عدداً من النسخ لبائعى الصحـف الذين لا يقبلون بأى خسـارة تلحق بهم جراء عدم بيع كل النسـخ الموجودة لديهم. لذلك ومن خلال التنبؤ بدقة للأعداد المباعة حسـب المناطق وحسـب الأيام فإن إدارة النشـر ستخفض عدد النسخ غير المباعة إلى الحد الأدنى وبالنتيجة تقلص النفقات.

مجال آخر يتعلق بقطاع الاتصالات وبشـكل خاص يتعلق بالعاملين لدى المنشـآت المكلفين بالردود الهاتفية لاتصالات الزبائن ومساعدتهم، حيث يمكننا من خلال التنبؤ بعدد الاتصالات بشكل يومى وساعىٍّ تقليص الكثير من النفقات فى أجور اليد العاملة. من هنا تأتى أهمية تزويد المنشأة بنظام تنبؤ ملائم.

من خلال الأمثلة السابقة تتضح لنا الحاجة إلى نظام تنبؤ يسمح بإجراء التوقعات اليومية أو حتى السـاعية لأرقام نشاط هذه المؤسسات. هناك أيضاً قطاعات أخرى معنية بهذا النمط من التنبـؤ مثل محطات التزويد بالوقود وبالكهرباء ومكاتب تأجير السيارات وغيرها.

١-٢- المنهجية العامة:

تسـتند طريقة التنبؤ قصير الأجل على تحليل دقيق للسلاسـل الزمنية الشـهرية أو الأسـبوعية أو حتى اليومية، وهى من ثم تستخدم توفيقاً للطريقة الداخلية (توزيع السلسلة إلى مكوناتها الأصلية) وللطريقة الخارجية (أى البحث عن متغيرات تفسيرية خارجية مثل الأحـوال الجوية والمتغيرات الصامتة المرتبطة بالحوادث الاسـتثنائية). وليس المقصود هنا هو عملية تقسـيم للتنبؤات الشـهرية إلى تنبؤات أسـبوعية وبعد

ذلــك إلــى تنبؤات يوميــة، ولكن تحديد المكونــات الفصلية الخاصة بــكل مركبة من مركبات السلســلة الزمنية. سوف نعرض بالتفصيل مثالاً لنظام التنبؤ الذى يسمح لنا بالتنبؤ وبشكل يومى بعدد زوار برج إيفل فى باريس (أى عدد بطاقات الدخول المباعة يومياً).

٢- مثال تطبيقى: كم عدد زوار برج إيفل؟

٢-١- إطار الدراسة:

يعتبر برج إيفل من أكثر المعالم زيارة فى العاصمة الفرنســية باريس، ويؤمه الزوار صيفاً وشــتاء. ويوجد أربعة مصاعد متاحة لهذا البرج ولكن ثلاثة فقط منها متاحة للاســتخدام، وذلك لأســباب تتعلق بالأمــان حيث يخصص الرابع لحــالات الإخلاء والإنقاذ.

ترغب الشركة المستثمرة لهذا البرج فى تحسين الخدمات للزوار بحيث تقلل ساعات الانتظار ومن أجل ذلك ترغب فى تحديد عدد المصاعد الواجب اســتخدامها، وكذلك عدد صناديق بيع تذاكر الدخول.

الهــدف هنا هــو إمكانية التنبؤ بعدد الــزوار اليومى لفترة زمنيــة تمتد إلى (٣٥) يوماً بدقة كافية تمكن الشــركة المستثمرة من معرفة عدد المصاعد اللازم وضعها قيد الاســتخدام. وفى هذا الســياق ليس المهم قيمة التنبؤ بعينها، وإنما مجال الثقة فى هــذا التنبؤ، وذلك لأن فتح أى مصعد إضافى يكــون خاضعاً لبلوغ درجات الذروة من عدد الزوار. وتظهر الصعوبة لإنشــاء نظام التنبؤ بشكل واضح فى أيام نهاية الأسبوع وخلال الأعياد.

سنعرض بالتفصيل آلية إنشاء هذا التنبؤ.

٢-٢- التحليل الداخلى للسلسلة الزمنية:

المجال الزمنى لهذه الدراسة هو عام ١٩٩٦م والمعطيات المتاحة تتعلق بأعداد الزوار الأســبوعية من الأسبوع الأول من العام ١٩٩٣م إلى الأســبوع (٥٢) من العام ١٩٩٥م، وكذلــك لدينا معطيات يومية عن عدد الزوار للفترة الممتدة من الأول من شــهر كانون الثانــى لعام ١٩٩٣م إلى (٣١) كانون أول من العــام ١٩٩٥م. يقضى التحليل الداخلى

بالبحث عن العناصر المتكررة فى سياق المعطيات التى يمكن أن يعتمد عليها فى عمليات التمديد الخارجى للمعطيات بهدف الحصول على التنبؤ المطلوب. أى إننا بحاجة إلى معرفة المكونات الفصلية الأسبوعية واليومية.

٢-٢-١- تصحيح أشهر تشرين الثانى وكانون أول من العام ١٩٩٥م:

هناك تأثير حصل فى شهرى تشرين الثانى وكانون الأول من العام ١٩٩٥م بسبب حركات الإضراب فى وسائل النقل، ولذلك من الضرورى تصحيح أيام هذه الحوادث الاستثنائية من خلال استبدالها بقيمها المتوقعة. وهذا التصحيح يتم على مرحلتين:

- التنبؤ الشهرى بالزوار لشهرى تشرين الثانى وكانون الأول من العام ١٩٩٥م:

باستخدام طريقة للتمديد الخارجى لمركبة الاتجاه العام وللمركبة الفصلية تم إجراء تنبؤ لهذين الشهرين من العام ١٩٩٥م.

	القيم المحققة	القيم المصححة
تشرين الثانى ١٩٩٥	٢٢٨٠١٩	٢٣٢٢٨٢
كانون الأول ١٩٩٥	٢٠٣٧٩٧	٣٠٣٠٧٣

- تصحيح الانحرافات أسبوعياً:

بعد الحصول على التنبؤات الشهرية السابقة تم اللجوء إلى تقسيمها بشكل أسبوعى تبعاً للأوزان النسبية للأسبوع المعتبر فى السنة (الجدول رقم ١).

الجدول رقم (١) تصحيح المسار الزمنى للسلسلة

أسابيع عام ١٩٩٥	القيم المحققة	القيم المصححة
٤٧	٣٩٤٤٥	٥٩١٦٨
٤٨	٢٨٤٨٤	٤٢٧٢٦
٤٩	٢٨٤٢٥	٤٢٦٣٨
٥٠	١٩١٨٩	٤٧٩٧٣
٥١	٣٩٥٨٧	٥٩٣٨١
٥٢	١٠٠٠٨٢	١٠٠٠٨٢

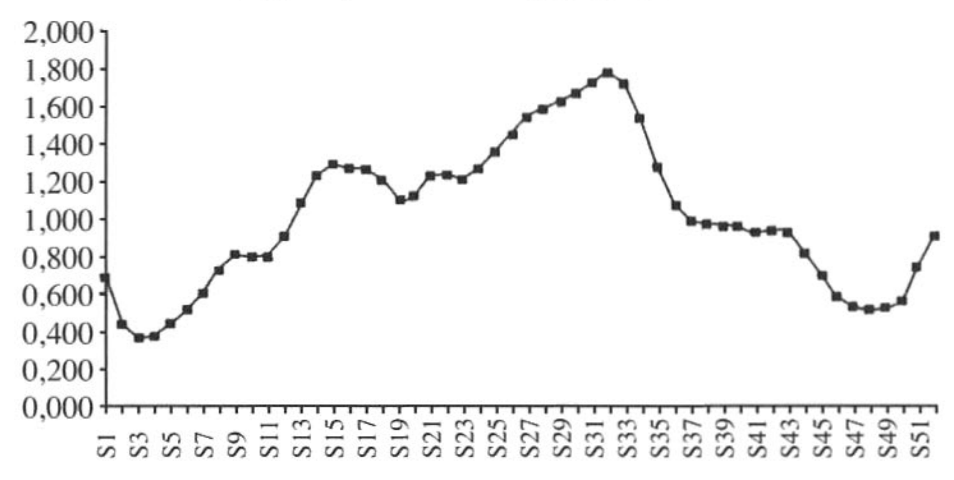
٢-٢-٢- حساب المركبة الفصلية الأسبوعية:

يتم فى المرحلة الأولى حساب المركبة الفصلية الأسبوعية وتقود الطريقة المستخدمة إلى إجراء الحسابات التالية، وذلك من خلال استخدام المعطيات الأسبوعية للسلسلة على مدار ثلاث سنوات:

- حساب المتوسط المتحرك من الدرجة (٣) وذلك بهدف صقل المعطيات الأسبوعية المتحركة من عام إلى آخر.
- حساب المتوسط المتحرك من الدرجة (٥٢) (المتوسط المتحرك يكون إذن خارج الظاهرة الفصلية الأسبوعية).
- حساب نسبة التكرارات المشاهدة للزيارة إلى المتوسط المتحرك (باستخدام صيغة الجداء).
- حساب المتوسط للنسب للأسبوع نفسه.
- معايرة المعاملات.

يعبر عن المعاملات الفصلية التى عددها (٥٢) والظاهرة فى الشكل البيانى رقم (١) بنسب مئوية منسوبة إلى الأسبوع المتوسط (فعلى سبيل المثال معامل الأسبوع (٣٢) هو (١,٧٨)، وهذا يعنى أن الأسبوع (٣٢) هو (١,٧٨) مرة أكبر من الأسبوع المتوسط). نستخلص من ذلك الشكل ارتفاعاً كبيراً بحركة الزيارة للأسابيع (٣١)، (٣٢) و(٣٣) المتعلقة بشهر أغسطس (آب). فى حين تكون الأشهر الأقل تكراراً هى تلك المتوضعة فى بداية العام.


الشكل البيانى رقم (١) المعاملات الفصلية الأسبوعية



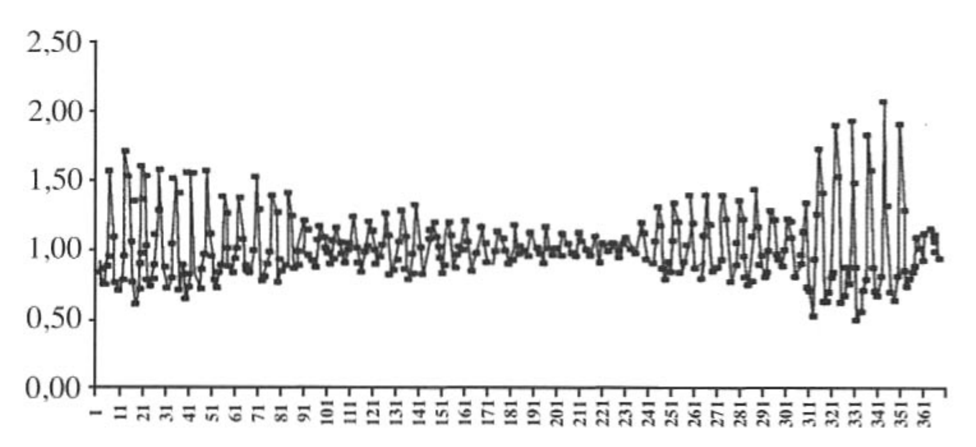
٢-٢-٣- حساب المركبة الفصلية اليومية:

يمكننا من خلال المعطيات اليومية المتوافرة على مدى ثلاث سنوات وثلاثة أشهر (أي من كانون ثاني ١٩٩٣م إلى آذار ١٩٩٦م) تقدير المعاملات الفصلية اليومية البالغة (٣٦٥) معاملاً بواسطة تتابع عمليات الحساب التالية:

- الوسط المتحرك من الدرجة (٧) (الوسط المتحرك هو إذن خارج الظاهرة الفصلية اليومية).
- حساب نسبة تكرارات المشاهدة للزيارة إلى المتوسط المتحرك.
- حساب متوسط النسب على ثلاث سنوات بهدف حذف التقلبات العشوائية الناجمة من أسبوع إلى آخر.

نلاحظ بأنه، خلال فصل الصيف، تتلاشى المركبات الفصلية اليومية لأسابيع شهري تموز وآب المتوضعة في وسط الشكل البياني رقم (٢) (حيث ينعدم الفرق أو ربما يوجد القليل منه بين يومي الأحد والإثنين على سبيل المثال) في حين أن الفرق واضح جداً خلال الفترة الشتوية (بداية الشكل البياني).


الشكل البياني رقم (٢) المعاملات الفصلية اليومية



٢-٢-٤- حساب السلاسل الزمنية المصححة من التقلبات الفصلية CVS الأسبوعية واليومية:

بعد حساب المعاملات الفصلية الأسبوعية واليومية نجري عملية حذف لهذه المركبات من السلسلة الزمنية الخام للفترة من الأول من كانون الثاني ١٩٩٥ إلى الثلاثين من شهر آذار عام ١٩٩٦م، ونحسب بعد ذلك معاملات الاختلاف Coefficients of variation لهذه السلاسل الثلاث (الجدول ٢).

الجدول رقم (٢) معامل الاختلاف للسلاسل الخام، المصححة من التقلبات الفصلية اليومية ومن التقلبات الأسبوعية

	السلسلة الخام	السلسلة المصححة من التقلبات اليومية	السلسلة المصححة من التقلبات الأسبوعية
المتوسط	١٣١٩٤	١٣٤٣٣	١٤١٣٧
الانحراف المعيارى	٦٩٢٨	٦٢٩٧	٣٠٦١
معامل الاختلاف	٠,٥٣	٠,٤٧	٠,٢٢

نلاحظ من الجدول السابق أن المعطيات المصححة من التقلبات الأسبوعية واليومية ثابتة نسبياً، فمعامل الاختلاف الذى يمثل النسبة ما بين الانحراف المعيارى إلى المتوسط الحسابى ينقص من (٠,٥٣) إلى (٠,٢٢). ومن ثم فإن التحليل البسيط للمركبة الفصلية قد خفض بشكل ملموس التباين لسلسلة زوار برج إيفل.

٢-٣- تحليل الظواهر الخارجية:

بعد أن تم التخلص من الظواهر الداخلية الفصلية نبحث الآن عن العناصر التفسيرية الخارجية التى يمكن أن تلعب دوراً فى شرح التقلبات فى حركة الزوار.

٢-٣-١- تحليل الارتباط:

تم تصنيف المتغيرات الخارجية التى يمكن أن تلعب دوراً فى حركة زوار برج إيفل وفق الأنماط التالية:

- نمط يوم العطلة: الأول من كانون الثانى، (١٤) تموز، الأول من أيار، ... إلخ، ومن أجل ذلك تم استخدام المتغير الثنائى الذى يأخذ القيمتين (١) أو (٠) (وجود أو عدم وجود يوم عطلة، ومن ثم فإن الفرضية المعمول بها هى أن لكل يوم عطلة التأثير نفسه فى السلسلة المصححة من التغيرات الفصلية أى السلسلة CVS، ونشير إلى هذا المتغير بالرمز (TYPJOUR).
- المتغيرات المناخية[١] (حسب مناخ المنطقة الباريسية):
- فترة التشمس الصباحية وبعد الظهر مقاسةً بالدقائق (يشار إلى هذه المتغيرات بالرموز ENSMA وENSAPM).

(١) الغاية من استخدام التغيرات المناخية هى تصحيح السلسلة الزمنية من القيم غير الطبيعية المرتفعة أو المنخفضة بسبب الظواهر المناخية وبدون هذا التصحيح لن تكون حركة الاتجاه العام واضحة.

- المطر فى الصباح وبعد الظهر مقاساً بالمليمتر (يشار إلى هذه المتغيرات بالرموز PRECIPMA وPRECIPAPM).
- الرياح (سرعتها بالكيلومتر/ الساعة).
- درجة الحرارة (المقاسة ست مرات يومياً والمشار إليها بالرمز من T1 إلى T6).
- الثلج (باستخدام متغير صامت يأخذ القيمة (١) ليوم الثلج والقيمة صفر لعدمه).

لقد تم تلخيص معاملات الارتباط البسيط بين المعطيات المصححة من التقلبات الفصلية CVS والعناصر التفسيرية المشار إليها أعلاه فى الجدول رقم (٣) التالى:

الجدول رقم (٣) نتائج حساب معاملات الارتباط

المتغير التفسيرى	معامل الارتباط	مؤشر اختبار ستيودنت t
ENSMA	٠,١٥	٢,٩٠
ENSAPM	٠,١٦	٢,٩٨
TYPJOUR	٠,١٩	٣,٥٥
PRECIPMA	٠,٢٦-	٣,١٤-
PRECIPAPM	٠,١٩-	٢,٥١-
NEIGE	٠,١٦-	٣,١٠-
VENT	٠,٠٣-	٠,٥٠-
T١	٠,٠٥-	١,٠٤-
T٢	٠,٠٩-	١,٧٦-
T٣	٠,٠٥-	١,٠١-
T٤	٠,٠٤-	٠,٧٧-
T٥	٠,٠٧-	١,٢٧-
T٦	٠,١٣-	٢,٣٩-

تشير قيم مؤشر ستيودنت الأكبر من القيمة الجدولية (١,٩٦) بالقيمة المطلقة إلى وجود ارتباط معنوى.

٢-٣-٢- إيجاد النموذج الرياضى:

مما سبق نستخلص وجود بعض المتغيرات التفسيرية الدالة إحصائياً ويبدو عملياً من المستحيل إدخال كل هذه المتغيرات فى نموذج واحد خشية الحصول على ارتباط قوى بين المتغيرات التفسيرية فيما بينها، ومن ثم إمكانية تفسير هذه المتغيرات للظاهرة نفسها، وهذا ما يسمى Colinéarité.

لذلك ومن خلال اتباع طريقة لانتقاء المتغيرات الخارجية الأكثر تفسيراً (الانحدار بخطوات Stage wise Regression)[1] نحصل على النموذج التالى المقدر بواسطة البرنامج إكسل (الجدول رقم ٤):

$$FREQCVS = 14702.3 - 1421.3 \times NEIGE - 330.3 \times PRECIPAPM - 490 \times PRECIPMA + 3183 \times TYPJO$$

وحيث $R^2 = 0.13,\ n = 364$

FREQCVS = أعداد الزوار المصححة من التقلبات الفصلية.

الجدول رقم (٤) نتائج التقدير الإحصائى

المتغير التفسيرى	NEIGE	PRECIPAPM	PRECIPMA	TYPJOUR	الحد الثابت
قيمة المعامل	١٤٢١,٣٥-	٣٣٠,٢٨-	٤٩٠,٩١-	٣١٨٣,٠١	١٤٧٠٢,٢٨
الانحراف المعيارى	٧٢١,٨٧	١٣٢,٢٦	١١٧,٤٥	٨٧٩,٠٥	١٣٧,٠٧
معامل التحديد	$R^2 = 0.13$				
مؤشر ستيودنت t	١,٩٦-	٢,٤٩-	٤,١٧-	٣,٦٢	١٠٧,٢٥
٪ (المعامل/الثابت)	٩,٦٧-	٢,٢٥-	٣,٣٤-	٢١,٦٥	

لكى يكون المتغير تفسيرياً يجب أن تكون قيمة مؤشر ستيودنت أكبر من القيمة الجدولية (١,٩٦).

نلاحظ من خلال نتائج النموذج المقدر أن إشارات المعالم تتفق مع الواقع:

- فيوم الثلج يقود إلى خسارة (٩,٦٧٪) من الزوار ($9.67 = \frac{1421.3}{14702.3}$).
- والمطر بعد الظهر يقود إلى فقدان (٢,٢٥٪) من الزوار لكل ميليمتر من الهطل المطرى.
- والمطر الصباحى يقود إلى فقدان (٣,٣٤٪) من الزوار لكل ميليمتر من الهطل المطرى.
- ويوم عطلة استثنائى يقود إلى زيادة الزوار بمعدل (٢١,٦٥٪).

(١) تسمح هذه الطريقة بانتقاء المتغيرات الأكثر تفسيراً للتقلبات فى عدد الزوار (انظر الفصل الرابع).

فى حال كان المطر شـــديداً فى الصباح فإن وكلاء مكاتب الســياحة يعدلون برامج الزيارات بحيث يتجنبون الزيارات الخارجية (فى الهواء الطلق) ويســتبدلونها بزيارات داخليــة. فعوضاً عــن زيارة برج إيفل على ســبيل المثال يمكن زيارة قصر فرســاى. بالمقابــل إذا كان المطر فقط لفترة بعد الظهر، فيمكــن تنظيم الزيارات ويكون التأثير فى حركة الزوار أقل.

وبالبحــث عن كمية المطر العظمى خلال العــام ١٩٩٥م (فى الصباح وبعد الظهر) يكــون التأثير لكلا الفترتين على حركة الزوار متمثلاً بفقدان (٢٠,٣) و(١٢,٤٪) على التوالى أى ما مجمله (٣٢,٧٪).

بتحليل آخر مماثل للســابق ولفترة ثلاث سنوات (١٠٩٠ مشاهدة) تم إدخال متغير تفســيرى جديد يتعلق بزوار المعرض الزراعــى SALON agriculture[1] ويأخذ هذا المتغير الجديد القيمة (٠) لكل الأيام ما عدا أيام فتح المعرض أمام الزوار حيث يأخذ القيمة (١). النتائج معروضة فى الجدول رقم (٥) التالى:

الجدول رقم (٥) نتائج التقدير للنموذج مع متغير معرض الزراعة

المتغيرات	SALON	PRECIPAPM	PRECIPMA	TYPJOUR	NEIGE	TC
المعامل	١٨٠٣,٠٥٥	-١٢٤,٤٢	-٢٠٥,٥١	١١١٩,٤٣	-١٧٥٧,٧٢	١٤٨٢٦,٩٢
مؤشر ستيودنت t	٤,١٣	-١,٧٧	-٣,٢٥	٢,٨١	-٣,٣٩	
٪	١٢,١٦	-٠,٨٤	-١,٣٩	٧,٥٥	-١١,٨٥	

يمكننا الملاحظة أن هناك تغييراً طفيفاً لهذه التقديرات مقارنة مع التقدير السابق، وذلك يعود إلى سببين اثنين:

- إدخال ظاهرة "SALON" التى تعدل تقديرات المعاملات للمتغيرات الأخرى.
- الزيادة فى حجم المشاهدات (إضافة سنتين).

(١) هناك مجموعة من المعارض تم اختبارها (مثل معرض Bourget للطيران ومعرض السيارات ومعرض باريــس، ....) ولم يؤد أى منها إلــى تغيرات فى أعداد زوار برج إيفل باســتثناء المعرض الزراعى. فأهالى الضاحية الباريسية يأتون إلى باريس للمعرض الزراعى، وفى الوقت نفسه يزورون البرج.

يتم تفسير النموذج المقدر السابق على النحو التالى:

SALON = معـــرض الزراعة (متغير ثنائـــى التصنيف) وخلال فترة المعرض يزداد عـــدد زوار برج إيفل بمقدار (١٢,١٦٪). وهذا المتغير هو المتغير التفســـيرى الوحيد المتعلق بالمعارض والذى يبدو معنوياً وذا دلالة إحصائية.

PRECIPAPM = كميات المطر الهاطلة لفترة بعد الظهر، حيث يؤدى هطول واحد ميليمتر من المطر إلى انخفاض قدره (٠,٨٤٪) من عدد الزوار.

PRECIPMA = كميـــات المطر للفترة الصباحية، حيث يؤدى هطول واحد ميليمتر من المطر إلى انخفاض قدره (١,٣٩٪) من عدد الزوار.

TYPJOUR = يـــوم عطلـــة اســـتثنائى يقود إلى زيـــادة فى عدد الـــزوار بمقدار (٧,٥٥٪).

NEIGE = يؤدى يوم الثلج إلى تخفيض (١١,٨٥٪) فى عدد الزوار.

TC = الحد الثابت وهو يقيس متوسط عدد الزيارات اليومية إذا استثنينا الظواهر الفصلية والعوامل الخارجية ويساوى إلى (١٤٨٢٧) زائراً.

٢-٣-٣- نزع التأثيرات الخارجية:

مـــن خلال معرفتنـــا للحوادث الخارجية التى أثرت فى أعـــداد الزوار للعام ١٩٩٥م، يمكننا من خلال المعاملات المحسوبة نزع هذه التأثيرات وإعادة حساب معامل الاختلاف (الجدول رقم ٦) بعد التخلص من التأثيرات الداخلية (المركبات الفصلية) والخارجية.

الجدول رقم (٦) معامل الاختلاف للسلسلة الخام، للسلسلة المصححة يومياً وأسبوعياً وللسلسلة المصححة من التقلبات الخارجية

	السلسلة الخام	السلسلة المصححة من التقلبات الفصلية (الجدول ٢)	السلسلة المصححة من التقلبات الفصلية والعوامل الخارجية
المتوسط	١٤٤٧٨	١٤١٣٧	١٤٦٧٨
الانحراف المعيارى	٦٧٤٦	٣٠٦١	٢٤٣٨
معامل الاختلاف	٠,٤٧	٠,٢٢	٠,١٧

نلاحـــظ انخفاضاً جديـــداً لمعامل الاختلاف، فقد تغيرت قيمتـــه من (٠,٢٢) إلى (٠,١٧). بعد هذه الخطوة ننتقل إلى الخطوة الأهم وهى التنبؤ.

٢-٤- التنبؤ بواسطة نموذج Holt للصقل:

بعد تصفية السلســـلة الزمنية من التأثيرات الفصلية والخارجية نجرى الآن عملية تمديد خارجى لهذه السلسلة باستخدامنا لإحدى تقنيات الصقل (الفصل الثالث) مما يسمح بإدخال ظواهر الاتجاه العام على المدى القصير والمتوسط.

يتم إجراء التنبؤ على السلسلة اليومية المخلصة من الظواهر الفصلية ومن المتغيرات الخارجية ذات الصلة. ولقد تم إجراء نوعين منفصلين من الصقل:

- الصقل للمتوسط باستخدام معامل صقل a حيث $a \in [0,1]$.
- الصقل لمركبة الاتجاه العام باستخدام معامل صقل β حيث $\beta \in [0,1]$.

العلاقات المستخدمة:

الصقل للمتوسط: $F_t = a\, x_t + (1\text{-}a)\,(F_{t\text{-}1} + T_{t\text{-}1})$

الصقل لمركبة الاتجاه العام: $T_t = \beta\,(F_t + F_{t\text{-}1}) + (1\text{-}\beta)\, T_{t\text{-}1}$

ويكون التنبؤ المحسوب فى اللحظة t للمجال الزمنى h فترة على النحو التالى:

$$\hat{x}_{t+h} = F_t + h\, T_t / \sqrt{h}$$

حيث:

x_t: القيمة المشاهدة للسلسلة فى اليوم t.

F_t: المتوسط الصقيل للسلسلة فى اليوم t.

T_t: مركبة الاتجاه العام المقدرة فى اليوم t.

نجرى عملية تخفيف لحدة مركبة الاتجاه العام (من خلال الجداء بـ $\sqrt{h}$ وليس بـ h) مع الأخذ بعين الاعتبار لمجال التنبؤ للنموذج البالغ تقريباً (٣٥) يوماً.

إعطاء القيم الابتدائية (من أجل $t = 1$):

- القيمة الابتدائية للمتوسط المصقول: $F_t = x_1$
- القيمة الابتدائية لمركبة الاتجاه العام: $T_1 = 0$

٢-٥- محاكاة النموذج وتحليل الانحرافات:

لقد تم إجراء محاكاة لنموذج التنبؤ لفترة ثلاث سـنوات من خلال إضافة المكونات الأساسية للتنبؤ:

التنبؤ بأعداد الزوار = الصقل + الظواهر الخارجية + الفصلية الأسبوعية + الفصلية اليومية.

أدى تحليل الانحرافات حسب المعطيات اليومية البالغة (١٠٩٦) يوماً متضمنة نهاية شهرى تشرين الثانى وكانون الأول لعام ١٩٩٥م إلى النتائج فى (الجدول رقم ٧).

الجدول رقم (٧) محاكاة التنبؤ

	الانحراف النسبى	الانحراف المطلق
المتوسط	١٤	١٦٦١
القيمة الدنيا	-٩٩٤١	٢
القيمة العظمى	١١٢٤٧	١١٢٤٧
	٪ للخطأ	١١,٤٧

يبين العمود الثانى من الجدول السـابق الانحرافات النسـبية (يشير المتوسط (١٤) إلى أن الموازنة بين الانحرافات تتم بشكل جيد)، ويظهر من العمود نفسه أن خطأ التنبؤ الأكثر ارتفاعاً هو (١١٢٤٧) والأقل انخفاضاً هو (٩٩٤١) (بإشارة سالبة). وبالطبع فقد تم البحث عن بعض التفسـيرات لهذه الانحرافات النسـبية. ويعتبر تحليل الانحرافات المطلقة لأخطاء التنبؤ (العمود الثالث) أكثر أهمية من الانحرافات النسبية، فمدى الخطأ المتوسط هو (١٦٦١) مشاهدة (١١,٤٧٪ من عدد الزوار المتوسط) وخطأ التنبؤ الأصغر بالنسبة لأى يوم هو مشاهدتان، فى حين نحصل على قيمة خطأ التنبؤ الأكبر نفسه.

نتوقع إذن دقة فى التنبؤ بعدد الزوار تعادل (١١,٥٪).

٢-٦- التنبؤ لشهر حزيران عام ١٩٩٦م:

تم إجراء التنبؤ لشهر حزيران من عام ١٩٩٦م باستخدام المكونات السابق شرحها أى:

التنبؤ بأعداد الزوار = الصقل + الظواهر الخارجية + الفصلية الأسبوعية + الفصلية اليومية.

ويجب الإشــارة إلى أنه بالنســبة للمتغيرات الخارجية قد تم الأخذ بعين الاعتبار لمتغيرى «أيام العطل» و«معرض الزراعة» فقط، وإهمال المتغيرات المتعلقة بحالة الطقس لعــدم إمكانية التنبؤ بالتغيرات المناخيــة لهذه الفترة، أى إننا نفترض عدم وجود مطر أو ثلج.

ولقد تم حساب مجال للتنبؤ (+PREV و-PREV) بدلالة النتائج السابقة، ومن ثم فإن القيم المتنبأ بها يجب أن تقع ضمن حدى مجال التنبؤ.

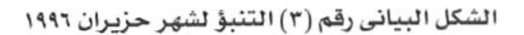
نلاحظ من خلال الجدول رقم (٨) ومن خلال الشكل البيانى رقم (٣) وجود فعالية جيــدة لنموذج التنبؤ، حيث يتضح وجود عدد محدود جداً من الأيام الثلاثين يكون فيه الخطأ النسبى للتنبؤ أكبر من (٥.١١٪). كما أن الخطأ النسبى المتوسط لهذه الفترة يبلغ (٦.٦٪)، وهــذه القيم يجب مقارنتها مع قيمة معامل الاختلاف للمعطيات الخام والبالغة (٤٧٪).

الجدول رقم (٨) التنبؤ لشهر حزيران عام ١٩٩٦

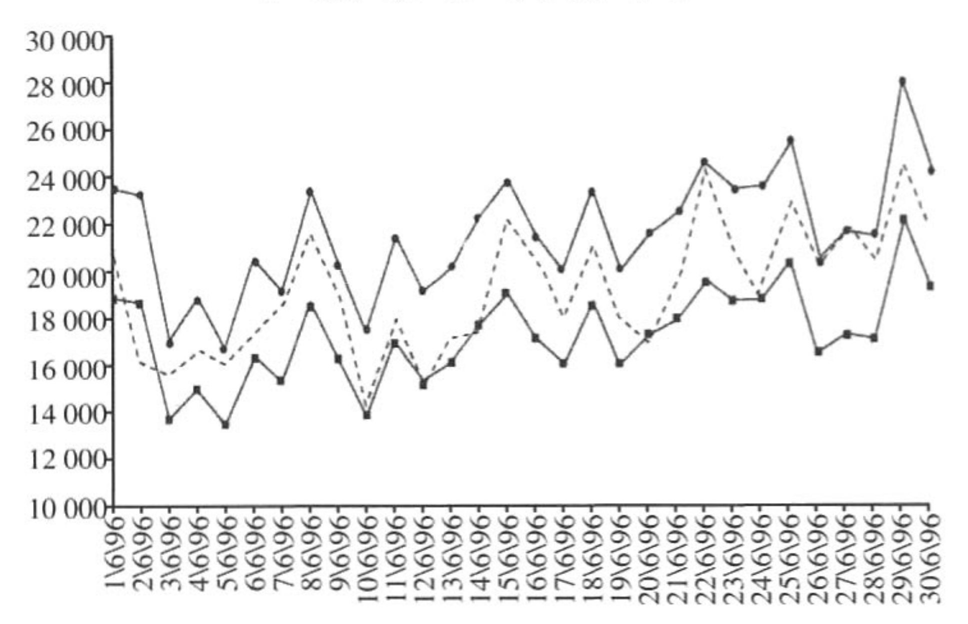
التاريخ	التنبؤ	PREV+	PREV-	الفعلى ٩٦/٠٦	الانحراف ٪
٩٦/٦/١	٢١١٥٧	٢٣٥١١	١٨٨٠٣	٢٠٩٢٥	١.١
٩٦/٦/٢	٢٠٩٢١	٢٣٢٤٨	١٨٥٩٣	١٦١٠١	٢٣
٩٦/٦/٣	١٥٢٩٥	١٥٢٩٥	١٦٩٩٧	١٣٥٩٣	١.٣-
٩٦/٦/٤	١٦٩١٢	١٦٩١٢	١٨٧٩٤	١٥٠٣١	١.٦
٩٦/٦/٥	١٤٩٨٧	١٤٩٨٧	١٦٦٥٥	١٣٣٢٠	٧.١-
٩٦/٦/٦	١٨٤٤٩	١٨٤٤٩	٢٠٥٠٢	١٦٣٩٦	٥.٨
٩٦/٦/٧	١٧١٤٥	١٧١٤٥	١٩٠٥٣	١٥٢٣٧	٨.٧-
٩٦/٦/٨	٢٠٩٥٦	٢٠٩٥٦	٢٣٢٨٨	١٨٦٢٤	٣.٨-
٩٦/٦/٩	١٨٢٨٨	١٨٢٨٨	٢٠٣٢٣	١٦٢٥٣	٥.٠-
٩٦/٦/١٠	١٥٦٥٨	١٥٦٥٨	١٧٤٠٠	١٣٩١٦	٩.٠-

تابع - الجدول رقم (٨).

التاريخ	التنبؤ	+PREV	-PREV	الفعلى ٩٦/٠٦	٪ الانحراف
٩٦/٦/١١	١٩٢٩١	٢١٤٣٨	١٧١٤٥	١٨١٣٧	٦,٠
٩٦/٦/١٢	١٧٢٦٨	١٩١٨٩	١٥٣٤٦	١٤٩٥٩	١٣,٤
٩٦/٦/١٣	١٨١٩١	٢٠٢١٦	١٦١٦٧	١٧٢٩٧	٤,٩
٩٦/٦/١٤	٢٠٠٢٠	٢٢٢٤٨	١٧٧٩٢	١٧٤٣٦	١٢,٩
٩٦/٦/١٥	٢١٥٢٦	٢٣٩٢١	١٩١٣١	٢٢٣١٧	٣,٧-
٩٦/٦/١٦	١٩٢٩٧	٢١٤٤٤	١٧١٥٠	٢٠٦٧٦	٧,١-
٩٦/٦/١٧	١٨١٠١	٢٠١١٥	١٦٠٨٧	١٨١١٠	٠,١-
٩٦/٦/١٨	٢١٠٧٩	٢٣٤٢٤	١٨٧٣٣	٢١٢٣٢	٠,٧-
٩٦/٦/١٩	١٨٠٦٣	٢٠٠٧٢	١٦٠٥٣	١٨٠١٦	٠,٣
٩٦/٦/٢٠	١٩٥٢٧	٢١٧٠٠	١٧٣٥٥	١٧٠٠٢	١٢,٩
٩٦/٦/٢١	٢٠٣٢٩	٢٢٥٩١	١٨٠٦٧	١٩٤١٦	٤,٥
٩٦/٦/٢٢	٢٢١٢٥	٢٤٥٨٧	١٩٦٦٣	٢٤٧١١	١١,٧-
٩٦/٦/٢٣	٢١٢٢٤	٢٣٥٨٥	١٨٨٦٢	٢١٠١١	١,٠
٩٦/٦/٢٤	٢١٣٥٨	٢٣٧٣٥	١٨٩٨٢	١٨٨٢٨	١١,٨
٩٦/٦/٢٥	٢٣٠٦٧	٢٥٦٣٣	٢٠٥٠٠	٢٣١٦٩	٠,٤-
٩٦/٦/٢٦	١٨٦٨١	٢٠٧٥٩	١٦٦٠٢	٢٠٤٠٢	٩,٢-
٩٦/٦/٢٧	١٩٥٦٣	٢١٧٤٠	١٧٣٨٦	٢٢١١٣	١٣,٠-
٩٦/٦/٢٨	١٩٥٠٩	٢١٦٨٠	١٧٣٣٩	٢٠٧٢٨	٦,٢-
٩٦/٦/٢٩	٢٥٢٩٢	٢٨١٠٦	٢٢٤٧٨	٢٤٧٧٩	٢,٠
٩٦/٦/٣٠	٢١٩٣٣	٢٤٣٧٤	١٩٤٩٣	٢١٩٤٣	٠,٠



الشكل البيانى رقم (٣) التنبؤ لشهر حزيران ١٩٩٦



(الخـــط المنقط بين مجالى التنبؤ الأعلـــى +PREV والأصغر -PREV يمثل القيم المحققة فعلاً لشهر حزيران لعام ١٩٩٦م)

يمكننا من خلال أدوات حســـاب بسيطة وباســـتخدام البرنامج إكسل وضع طريقة كاملـــة للتنبؤ تأخذ بعين الاعتبار الظواهر الداخلية والخارجية التى ســـبق شـــرحها. ويمكن بالطبع تحسين هذه الطريقة لكى تعطى تنبؤات على مستويات أدق من السابقة، أى على مســـتوى أنصاف النهار أو حتى الساعية. ولكن لا بد من الأخذ بعين الاعتبار أن هذه الطرائق تســـتند إلى فرضية الاســـتقلالية بين العناصـــر أو العوامل الفصلية (أسبوعى ويومى) وهذا ليس محققاً دائماً.

٣- التنبؤ للمنتجات ذات فترة الحياة القصيرة والمحددة:

٣-١- عرض المسألة:

هناك بعض المنتجات تتميز فترة حياتها بكونها قصيرة جداً (بضعة أشهر) ومثالها منتجات القطاع النســـيجى حيث يتم تصميم الأزياء وتوزيعها لفصل محدد من السنة وتسمى هذه السلع «سلع فصلية».

يمكن للمواصفات المتعددة الخاصة بالمنتجات النسيجية أن تفسر إلى حد ما أرقام المبيعات، أى إن ردود الفعل الإيجابية أو السلبية للمستهلكين على العرض من هذه المنتجات يرتبط بخصائص هذا المنتج كاللون والرسم أو التصميم، وكذلك السعر.

هناك العديد من المشاكل المتعلقة بالتنبؤ لمثل هذا النوع من السلع:

- عدم وجود سلسلة زمنية للمبيعات، ومن ثم عدم إمكانية اللجوء إلى الطرائق التقليدية للتنبؤ (الداخلية والخارجية).
- يجب أن يكون التنبؤ بالطلبيات لإجمالى الفصل محسوباً قبل ستة أشهر كى تستطيع المشاغل تأمين الكمية الأمثل، فالتقديرات الأقل من الصحيح تقود إلى انقطاعات فى المخزون، ومن ثم خسارة فى المبيعات، والتنبؤات الأكثر من المطلوب تؤدى إلى وجود مخزون إضافى يتوجب بيعه بأسعار مخفضة فى نهاية الموسم.
- خلال الموسم تؤدى عملية التنبؤ بتشكيلات الألوان والموديلات إلى الملاحظات السابقة نفسها.

يضاف إلى الصعوبات السابقة مسألة ترتبط بقطاع النسيج وهى التنوعية فى السلع من حيث نوع السلعة النسيجية واللون والقياس، ومن ثم سيكون التنبؤ متنوعاً لكل لون وللمشتريات حسب القياس.

٣-٢- طريقة المعالجة:

سنستعرض هنا طريقتين: واحدة تستند إلى مقاييس الحس أو الإدراك (تحليل المقاييس المتصلة بالمعطيات الصادرة عن المستهلكين المحتملين أى بمنظور ذاتى منذ البداية)، والثانية تستند إلى السلاسل الزمنية للمبيعات وللطلبيات (معطيات موضوعية منذ البداية). ويتم التمييز بين هاتين الطريقتين من خلال مجال تطبيقهما:

- فالطريقة الأولى تطبق على تعريف المنتج الجديد الأمثل حسب توفيق خصائصه بالمقارنة مع تفضيلات المستهلكين قبل طرحه فى السوق، ويمكن أن تستخدم فى مجال التنبؤ. وبسبب تكاليفها المرتفعة، فإن هذه الطريقة لا يمكن تنفيذها إلا من أجل المنتجات التى تمثل رقم مبيعات مهم.
- تهدف الطريقة الثانية إلى إجراء تمديد خارجى لسلسلة المبيعات من السلع النسيجية التى تقرر طرحها فى السوق انطلاقاً من مجموعة محددة من الطلبيات للأسابيع الأولى. والهدف هو تصحيح الإنتاج مبكراً بحيث يكون المخزون من السلع غير

المباعــة فى حدوده الدنيا فى نهاية فترة موســم المبيعات. ويمكن لهذه الطريقة أن تطبق وبشكل سهل على السلع لكل نوع ولكل لون ... إلخ.

يلاحظ أن إحدى الطريقتين نوعية والأخرى كمية ولكن غالباً ما تكمل إحداهما الأخرى.

٣-٣- طريقة الكشف عن التوفيق الأمثل لخصائص المنتج:

تعتمد هذه الطريقة على بعض الوســائل المســتخدمة فى مجال التســويق النوعى Marketing qualitatif ويمكن الاســتفادة منها على سبيل المثال عند اختبار المنتجات الجديدة.

تنتمى هذه التقنيات إلى ما يســمى «عائلة تحليل المعايير المتوافقة»[١] كون الهدف منها هو تحديد المعايير (أو الخصائص) التى يتميز بها منتَج ما بالنســبة للمســتهلك، وتــؤدى بعد ذلك إلــى وجود توفيق ما من هذه المعايير يقــود إلى الوصول إلى الخيار الأمثل (أى المنتَج الأكثر ملاءمة لأذواق المستهلك).

أحــد هذه النماذج الأكثر اســتخداماً فــى هذا المجال هو نمــوذج[٢] Trade-Off. ويتكون من الخطوات التالية:

- الطلب وبشــكل حر من عينة مكونة من قرابة عشــرين مســتهلكاً تبين الخصائص المرغوب فيها فى المنتجات.
- إنشــاء عينة من المســتهلكين أكبر بكثير من الســابقة (١٥٠ إلى ٣٠٠) وتكون ممثلة لإجمالى المجتمع المراد، ونطلب منهم التعبير عن خياراتهم حول المنتجات التى تمثّل عدة توفيقات من الخصائص.
- بعــد ذلــك يتم تحويل تفضيلات الأفراد إلى أرقام تشــير إلى المنفعة، مما يســمح بتقييــم نوعــى للمنفعة التى يوليها المســتهلكون لهذه الخاصة أو تلك (على ســبيل المثال، الســعر والســرعة القصوى وعدد المقاعد لسيارة ما). يتم إذن حساب أرقام المنفعة المتوسطة لإجمالى العينة ولعدة مستويات من الخصائص، وكذلك يتم حساب معاملات التفضيل أو المحاباة (أى القدرة لخاصة ما فى أن تكون عنصراً محدِّداً فى الخيار بشكل مستقل عن العناصر الأخرى). ومن ثم يمكننا إذن تصنيف خصائص المنتَج حسب أهميتها.

---

(١) بهــذا المعنــى العام هناك العديد مــن الطرائق والبرمجيات، ويمكن للقــارئ المهتم العودة إلى (Green, Tull et Albaum 1988) الفصل (١٥).

(٢) لقــد تم اقتــراح هذه النموذج من قبــل (Johnson 1974) ثم تم تبنيه فى فرنســا من قبل (Faivre et Schwoerer 1975). نحن نعتمد فى هذا العرض على (Maricourt 1985).

يمكن أيضاً حساب أرقام المنفعة ومعاملات التفضيل لأجزاء أخرى من السوق ممثّلة لعينات جزئية من العينة الكلية. فانطلاقاً من تفضيلات هذه المجموعات من المستهلكين المحتملين يمكننا تقدير توزيع المبيعات حسب شرائح الزبائن.

يتم إجراء التنبؤ إذن عبر عملية محاكاة simulation. نقارن أولاً حصص السوق الموافقة لمختلف التوفيقات من خصائص المنتج وبشكل خاص التوفيق الموجود (المنتج بوضعه الحالى)، وهذه الحصص يتم حسابها على أساس نتائج حسابات المنفعة. بعد ذلك نجرى محاكاة (تمثيل) لأوضاع السوق الناتجة إما من تعديل لخاصة محددة من قبل المنشأة، أو من قبل أحد المنافسين لهذه المنشأة، أو بسبب طرح منتج جديد مكمل فى السوق شريطة أن تكون له الخصائص نفسها.

لهذه الطريقة بعض القيود:

- تكلفة استخدامها مرتفعة.
- بياناتها الأساسية محدودة وذات طابع شخصى وحساسة جداً لمحتوى العينة ولآلية اختيار طريقة جمع بيانات الأفراد فيما يتعلق بالمعايير حول خصائص المنتَج.
- تُمكن من وجود علاقة مباشرة بين نتائج المنفعة وحصة السوق، وتتجاهل دور المتغيرات الأخرى (التوزيع على سبيل المثال) الذى يمكن أن يشوش هذه العلاقة[1].

٣-٤- الطريقة التفسيرية بواسطة تجميع الطلبيات:

تستند هذه الطريقة إلى مفهوم منحنى حياة المنتج وتأخذ بعين الاعتبار التراكمات من الطلبيات المسجلة على المنتج وحالة تقدم جولة مندوبى المبيعات كعامل تفسيرى.

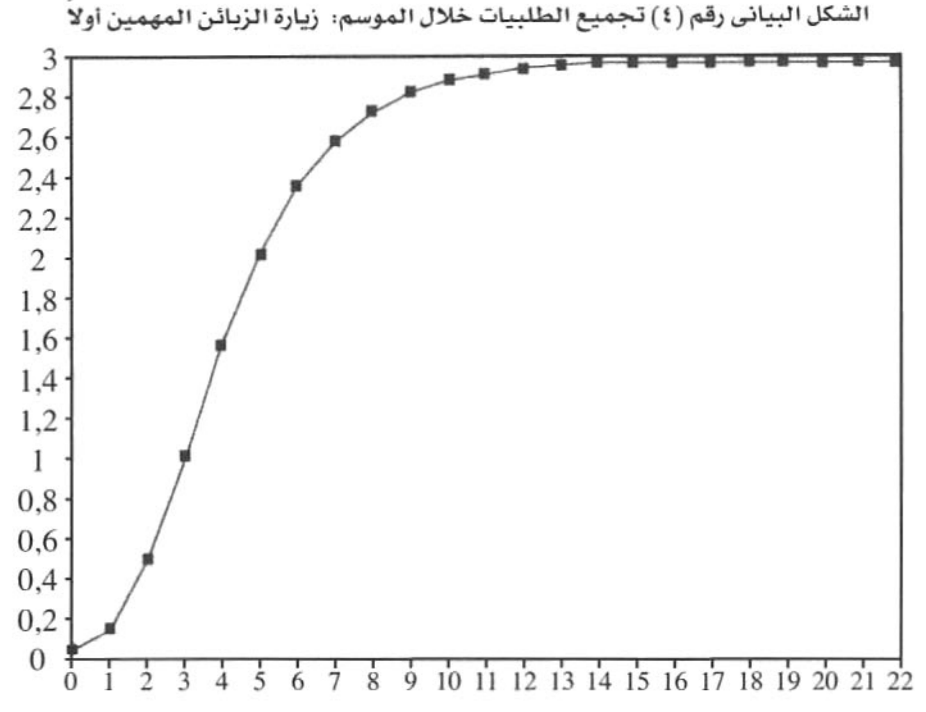
- تجميع الطلبيات والأخذ بعين الاعتبار للمبيعات المحتملة:

عند طرح منتج جديد من الألبسة فى السوق يبدأ مندوبو المبيعات بالبحث عن الطلبيات لهذا المنتج ويتم تجميعها شيئاً فشيئاً مع تقدم جولاتهم على المناطق. يأخذ شكل منحنى تجميع الطلبيات خلال الموسم (الطلبيات لموديلات الصيف يتم تجميعها فى فصل الشتاء) شكلاً مختلفاً وفقاً لآلية تنظيم جولة مندوبى المبيعات:

(١) شرح هذه الطريقة لا يشكل هدفاً فى هذا الكتاب، وإنما تعمدنا عرضها لكى تكون متاحة لمن يرغب من القراء والاستفادة من المراجع الملحقة ذات الصلة.

- فـإذا بدأ هـؤلاء المندوبون بالزبائن الأكثـر أهمية أى الأكثر احتمـالاً للبيع (حيث يتم تقدير قدرة هؤلاء على الشـراء من خلال أرقام الموسـم السـابق) يكون لمنحنى تجميع الطلبيات الشـكل المعروض فى الرسم البيانى رقم (٤). يمكننا القول عندئذ أن المعطيـات الأولى عن تسـجيل الطلبيات تمثل المبيعـات الإجمالية التى يفترض تحقيقها خلال الموسم.

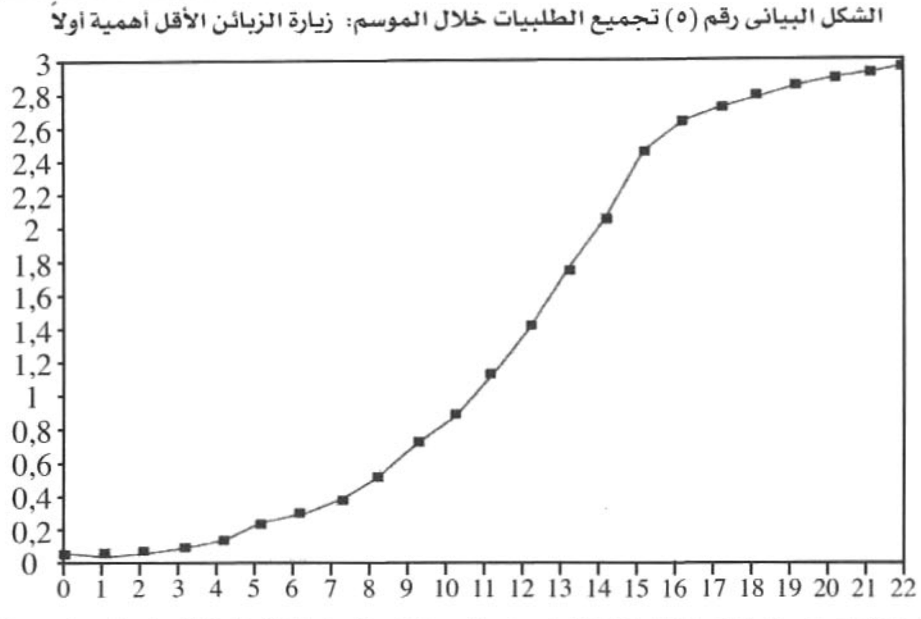
الشكل البيانى رقم (٤) تجميع الطلبيات خلال الموسم: زيارة الزبائن المهمين أولاً



(فى الشكل البيانى رقم (٤) السابق تم تمثيل الأسابيع على المحور الأفقى والمبيعات التراكمية بالآلاف على المحور العمودى.)

- بالمقابل إذا بدأ مندوبو المبيعات بالزبائن الأقل أهمية سـيكون لتراكم المبيعات خلال الموسم الشكل المعروض فى الرسم البيانى رقم (٥). وتكون حركة تسجيل الطلبيات، رغم تكافئها بالمطلق مع الحالة السابقة، أقل تمثيلاً لحركة المبيعات الإجمالية كونها مرتبطة بحجم ضئيل من هذه المبيعات خلال الفترة الإجمالية.

الشكل البيانى رقم (٥) تجميع الطلبيات خلال الموسم: زيارة الزبائن الأقل أهمية أولاً



(فى الشكل البيانى رقم (٥) السابق تم تمثيل الأسابيع على المحور الأفقى والمبيعات التراكمية بالآلاف على المحور العمودى.)

يمكننا من أجل التنبؤ محاولة إجراء عملية تمديد خارجى لهذه المعطيات المتعلقة بتسجيل الطلبيات الأولى خلال كل الأسابيع الأولية عبر توفيقها بواسطة المنحنى المنطقى[1]. ولكن فى حال كان للتمثيل البيانى الشكل المعروف بالحرف "S" عند اعتبار درجة الإشباع من المنتج، فإن تطبيق المنحنى المنطقى يكون مستحيلاً هنا. ففى الواقع المعطيات هنا (أى تراكم الطلبيات) منسوبة إلى الأهمية (حسب المبيعات المحتملة) التى يوليها الزبائن المزورين (أى تبعاً لاحتمالية البيع)، ومن ثم فإن المسار الزمنى لتسجيل الطلبيات التراكمية الأسبوعية يتضمن مجاميع لا يمكن مقارنتها بشكل مباشر. ولذلك لا يمكن استخدام النماذج الرياضية الخاصة بالسلاسل الزمنية[2].

(١) الفصل السابع.

(٢) يتم التمييز بين فئتين كبيرتين من العينات:

- تلك المستخدمة فى السلاسل الزمنية وهى عبارة عن مجموعة من القيم مؤشرة زمنياً.
- تلك المعروضة على شكل معطيات مقطعية حيث تمثل البيانات القيم الملاحظة لفترة واحدة من الزمن، أى التاريخ نفسه، ومثالها المعطيات لمجموعة من البلدان أو من المنشآت عند تاريخ محدد.

- المقارنة مع الاتجاه العام:

نسعى هنا إلى مقارنة تراكم الطلبيات للفصل الحالى لسلعة ما مع تراكم الطلبيات المسجلة فى الموسم الماضى للمجموعة التى تنتمى إليها السلعة المدروسة.

لنأخذ المثال التمهيدى التالى: إذا افترضنا أن تراكم الطلبيات فى الأسبوع السادس لسلعة ما ولتكن بلوزة نسائية صيفية هو (٣٠٠٠٠) قطعة، وأنه فى العام المنصرم كان التراكم فى الطلبيات لمجموعة القمصان الصيفية فى الأسبوع نفسه أى السادس هو (٤٢٠٠٠٠) قطعة، وتم بيع ما مجمله (٩٢٠٠٠٠) قطعة. نستخلص من ذلك أن المبيعات الإجمالية للموسم الجارى من القمصان النسائية الصيفية سيرتفع إلى: (٣٠٠٠٠ × ٩٢٠٠٠٠/٤٢٠٠٠٠ = ٦٥٧١٤ قطعة).

تستند هذه الطريقة فى التنبؤ إلى مبدأ التماثل (حيث تم استخدام القاعدة الرباعية: الطرفين بالوسطين).

لنعرّف الآن هذه العلاقة باستخدام المعطيات المقطعية (أى النموذج الذى يعرض كل المتغيرات بتاريخ زمنى واحد) وباستخدام عنصرين تفسيريين هما:

- الحصة المقدرة من المبيعات التى تم الحصول عليها عبر زيارات مندوبى المبيعات (و يتم التعبير عن هذه الحصة بالنسبة ما بين إجمالى الزبائن الذين تمت زيارتهم إلى رقم المبيعات الإجمالى للمنشأة أو لمجموعة المنتجات).
- تراكم الطلبيات (أى السلسلة الأسبوعية الممثِلة لتراكم الطلبيات منذ طرح المنتَج فى السوق).

يكتب النموذج العام على النحو التالى:

$$VT = a_0 \times PPV^{a1} \times PC^{a_2}$$

أو على الشكل اللوغاريتمى التالى:

$$Log\ VT = Log\ a_0 + a_1\ Log\ PPV + a_2\ Log\ PC$$

حيث:

VT = المبيعات الإجمالية خلال الموسم لمجموعة ما من السلع.

PPV = الحصة المحتملة من البيع والمقدرة من خلال زيارات المندوبين للمجموعة نفسها من السلع.

PC = تراكم الطلبيات لهذه المجموعة.

وبما أن البيانات ممثلة بعينة من المعطيات المقطعية، فإنه يكون مقابل المبيعات من كل أسبوع لسلعة ما، الطلبيات المسجلة لمجموعة السلع التى تنتمى إليها السلعة المباعة.

تمثل القيم a_0، a_1 وa_2 معاملات التثقيل لكل متغير تفســيرى ويعبر عنها باستخدام مفهوم المرونة:

- a_1: مرونة المبيعات الإجمالية للزبائن المزارين.
- a_2: مرونة المبيعات الإجمالية للطلبيات المسجلة.

- **استخدام النماذج الأسبوعية:**

ليــس هناك مــن نموذج وحيد وإنما هناك عدد من النماذج مســاوٍ لعدد أســابيع الجــولات التــى يقوم بها مندوبو المبيعات (تقريباً نحــو ٢٠). ومن ثم لا بد من الأخذ بعين الاعتبار للمعلومات الواردة شيئاً فشيئاً، والتى تزداد دقتها تبعاً لحالة التقدم فى الجولات الميدانية لمندوبى المبيعات.

يكتب النموذج من أجل الأسبوع i على النحو التالى:

$$Log\ VT_i = Log\ a_{0,i} + a_{1,i}\ Log\ PPV_i + a_{2,i}\ Log\ PC_i$$

حيث:

VT_i = المبيعات الإجمالية خلال الموسم والمقدرة للأسبوع i.

PPV_i = حصة المحتمل من البيع خلال زيارة المندوبين فى الأسبوع i.

PC_i = تراكم الطلبيات فى الأسبوع i.

تمثــل القيــم $a_{1,i}$، $a_{0,i}$ و$a_{2,i}$ معاملات الانحدار المقدرة بواســطة المبيعات المحققة بشكل أسبوعى لفئة المنتجات فى العام الماضى.

تنخفض قيمة المعامل $a_{1,i}$ إلى القيمة صفر كلما تم التقدم فى جولة المندوبين، فى حين تزداد قيمة المعامل $a_{2,i}$ نحو القيمة (١) فى نهاية الجولة الميدانية للمندوبين حيث يكونون قد أتموا زيارة كل الزبائن المحتملين.

- **الاستخدام التنبئى:**

انطلاقاً من المعلومات الواردة أســبوعياً من قبل المندوبين (غالباً بواســطة وسيلة آلية مثل جهاز حاســب محمول) يكون ممكناً تقدير المبيعات الإجمالية للموســم لكل سلعة، بدقة تتزايد أسبوعاً بعد أسبوع. يكفى بعد ذلك إدراج المعطيات الجديدة حول

الطلبيات المسجلة (ومن ثم رقماً تراكمياً جديداً) وكذلك المتوقع من البيع عبر الزيارات للسنة وللأسبوع الجارى فى النموذج المقدر انطلاقاً من الموسم الماضى.

يمكن إجراء التنبؤ على مستوى السلع، أو على مستوى ألوان السلع، ولكن نادراً ما يكون على مستوى القياس نظراً لكبر الحجم.

- **طريقة تقدير المعاملات:**

يتم تقدير المعاملات عادة على مستوى مجموعة المنتجات المتجانسة مما يؤدى إلى استخدام النموذج نفسه لكل السلع التى تنتمى إلى المجموعة المدروسة.

يتم إجراء التقدير باستخدام الانحدار المتعدد المطبق بشكل متتابع للأسابيع العشرين المكونة للموسم مما يعطى مصفوفة مكونة من ٢٠ × ٣ معاملاً للنموذج (٢٠ أسبوعاً × a_0، a_2 وa_2):

$$Log\ VT_i = Log\ a_{0,i} + a_{1,i}\ Log\ PPV_i + a_{2,i}\ Log\ PC_i \quad \text{من أجل} \quad i = 1,20$$

من المناسب تكوين (٢٠) عينة مكونة من n سلعة منتقاة من مجموعة منتجات محددة ($n > 30$):

- سلسلة المتغير الواجب تفسيره (VT) أى المبيعات الإجمالية من السلعة j للموسم، $j = 1,n$.
- السلسلة التفسيرية الأولى (PPV_i) أى الحصة المتوقعة من المبيعات للزيارة فى الأسبوع i.
- السلسلة التفسيرية الثانية (PC_i) أى الطلبيات المتراكمة فى الأسبوع i للسلعة j.

وهكذا فإن النتائج العشرين للانحدار تعطى تقديراً لـ (٢٠) معلمة تكون فيما بعد مستخدمة فى الموسم التالى.

لكى تكون هذه الطريقة فى التنبؤ فعالة لا بد من توخى الحذر فى تطبيقها. فكل معامل من معاملات النموذج يناسب أسبوعاً محدداً، ومن ثم لا بد من الانتباه إلى التوافق بين مختلف معاملات الانحدار والحالة الفعلية لتقدم الجولة الميدانية للمندوبين. وأى اختلاف سيقود إلى نتائج متحيزة.

٤- المخطط العام للتنبؤ فى قطاع الألبسة النسيجية:

٤-١- خصائص القطاع:

يمكننا التمييز بين ثلاثة أنماط من المنتجات النسيجية حسب خصائصها المختلفة:

- السلع النسيجية الدائمة Permanents التى لها نموذج أزياء واحد لكل العام وكثير من الاختلافات بين الموديلات المكوّنة لهذا النموذج.

- الســلع النســيجية غير المألوفة Fantaisies (أو سلع الموضة أو الموسمية أو الأزياء) التــى تتميز بوجود نموذجين مــن الأزياء أو أكثر فى الســنة الواحدة أو حتى وجود عملية تصميم مســتمرة لهذا النوع من الأزياء. كما تتميز بقليل من الاختلافات بين الموديلات المكوِّنة لنموذج الأزياء الواحد.
- السلع النسيجية الخاصة بماركة مصمِّم أو موزِّع ما ومخصصة لمحل محدد ولموسم معين. وتتصف بطريقة تفصيل وحيدة ومميزة.

أما عملية التوزيع لهذه المنتجات النسيجية فهى تتم عبر أربع قنوات:

- متاجر تقليدية للبيع بالمفرق.
- فى المحلات التجارية الكبرى (BHV، Galerie Lafayette، .....).
- سلسلة محلات البيع بالمفرق المستقلة ولماركات معينة (Lacoste).
- فى المخازن التجارية الكبرى (Géant، Carrefour، ...).

٤-٢- طريقة التنبؤ:

هناك طريقتان للتنبؤ تتعلقان بالسلع النسيجية الدائمة وبسلع الأزياء:

فبالنسبة للسلع الدائمة، يكون لنظام التنبؤ المتبع الخصائص الأساسية التالية:

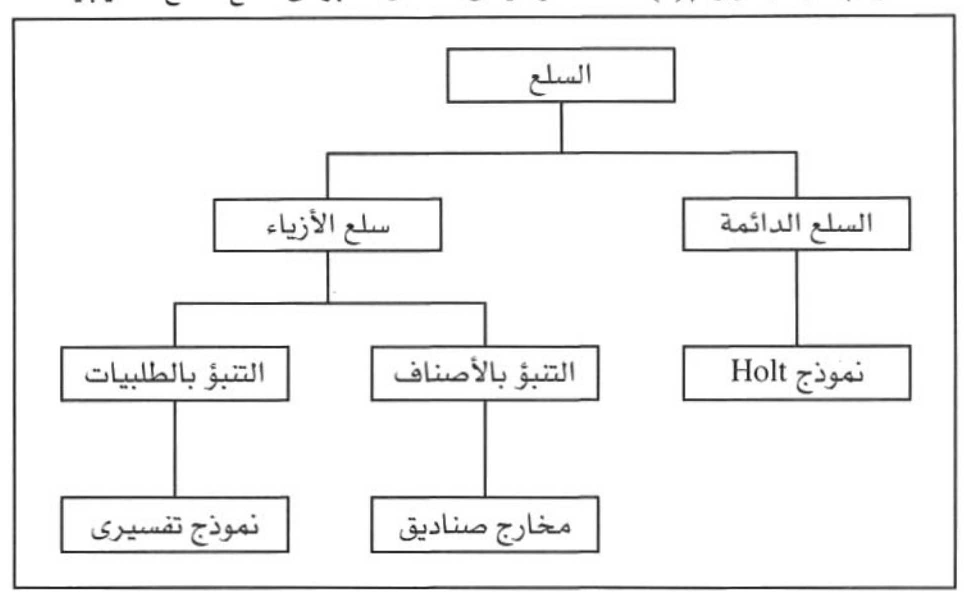
- نظام شهرى لتحديث التنبؤ.
- مجال التنبؤ يمتد إلى (١٢) شهراً.
- طريقة حساب من نمط الصقل الآسى.
- تطبيق الطريقة حسب الموديل واللون ووفقاً للتأثير الموسمى.

أما بالنسبة لسلع الأزياء، فهناك ثلاثة طرائق لإجراء التنبؤ، وهى تتعلق بكل مرحلة من مراحل دورة حياة المنتَج:

- قبل طرحه فى السوق، يتم الاستعانة بتقديرات أولية شخصية مستمدة من التشابه بين الصنف الجديد والأصناف السابقة (الفقرة ٣-٣).
- خلال فترة جولة مندوبى المبيعات، يتم الاســتعانة بنماذج التجميع المتتالى للطلبيات المسجلة من قبل المندوبين (الفقرة ٣-٤).
- خــلال فتــرة البيع فى منافذ التوزيع، يتم التنبؤ بأصناف الســلع بواســطة مخارج الصندوق الآلية.

يبين الرسـم التوضيحى (١) مخططاً لمشـاكل التنبؤ المسـتخدَمة فى قطاع السلع النسيجية.

الرسم التوضيحى رقم (١) مخطط توضيحى لمسائل التنبؤ فى قطاع السلع النسيجية



الجزء الثالث
إنشاء وتثبيت نظام التنبؤ

لتثبيت نظام للتنبؤ فى منشـــأة ما لا بد من مراعاة بعض المراحل التى تشـــكل فيما بينها حلقات متتالية من سلســـلة واحدة. ولكى يكون النظام الناتج فعالاً، يجب التأكد من تثبيت كل حلقة بشكل صحيح وفعال، وتشمل هذه الحلقات ما يلى:

- المعطيات: ما نوع المعطيات الواجب اســتخدامها؟ كيف يتم جمع المعطيات ومن ثم إدارتها؟
- كيف نراقب جودة التنبؤات؟ وهذا لا يعنى عبر مقارنة الانحرافات عن القيم المحققة فحســـب، وإنما مدى ملاءمة هذه التنبؤات مع الدقة المرادة من المعطيات المتنبأ بها أيضاً.
- كيف يتم شرح هذا النظام للتنبؤ للأشخاص وللموظفين وبعد ذلك استخدامه.

فى هذا الجزء، سنعالج المواضيع المتعلقة بالمعطيات وبمصادر البيانات الإحصائية وكذلك بمفهوم نظام المعلومات التجارى.

ففى الفصل العاشر سنعالج البدائل المختلفة لتثبيت نظام التنبؤ وكذلك الأشخاص المعنيين بذلك. وسنبحث فى عملية إدخال التنبؤ فى المنشأة من خلال تسليط الضوء على المفاهيم البشرية والتنظيمية.

أخيراً، سيكون الفصل الحادى عشر مخصصاً لإجراءات تقييم أنظمة التنبؤ، ومن ثم اختيار الطريقة المناسبة.

الفصل العاشر
تثبيت نظام التنبؤ

تمثل كلمة «تنبؤ» بالنسبة للمنشأة نتيجة مهمة والطرق التى تقود إلى هذه النتيجة متنوعة. فقد يقتصر الأمر على استخدام إحدى البرامج البسيطة لمعالجة البيانات الإحصائية Tableur ومن خلاله يتم الحصول على التنبؤات بالمبيعات، وقد تلجأ المنشأة إلى تصميم أو اعتماد نظام متكامل للتخطيط يبدأ بالتنبؤ بالطلب، وينتهى بمعالجة مثلى للمخزون فى المستودعات. ويختلف عدد الأقسام الإسهام فى بتصميم النظام أو المستخدِمة له بشكل كبير تبعاً للأهداف المرجوة من التنبؤ.

نعرض فى هذا الفصل فى الفقرة (١) كيفية تحليل مسألة تثبيت نظام التنبؤ. وكما أشرنا سابقاً، فإن التنبؤ يمثل مجموعة من العمليات تشكل فيما بينها سلسلة، حلقاتها يجب أن تكون ذات جودة متجانسة. تتعلق الحلقة الأولى بكيفية انتقاء المعطيات ومن ثم تصميم نظام المعلومات، وتحتل المرحلة الثانية موقعاً مركزياً يتمثل بكيفية إيجاد نظام للمعالجة الآلية (عبر الحاسب) لطريقة التنبؤ، وسنعرض فى الفقرة (٢) البدائل المتاحة لهذه المعالجة الآلية.

بعد تصميم النظام وتثبيته، لا بد من الاهتمام بتكامل هذا النظام وانسجامه داخل المنشأة وكذلك محاولة الاستفادة من المهتمين بموضوع التنبؤ كل حسب خبرته بحيث يصبح النظام أكثر إفادة. ومسألة تكامل النظام ستكون معالجة فى الفقرة (٣).

أخيراً، نعالج فى الفقرة (٤) كيفية البحث عن العوامل التفسيرية المستخدمة فى نظام التنبؤ وآلية جمع المعلومات الإحصائية.

١- كيفية تحليل مسألة تثبيت نظام التنبؤ:

١-١- تعريف النظام:

نقطة البداية لنظام التنبؤ هى فى تحديد أهدافه، ويجب الانطلاق هنا من نمطين للتحليل:

- الأول يتعلق بتحديد الاحتياجات من المعلومات المراد التنبؤ بها.
- والثانى يعالج تكامل نظام الإدارة التنبؤية. حيث توجد عدة إمكانيات، بدءاً بالتنبؤ على اعتباره أداة بسيطة من المعلومات وتساعد فى اتخاذ القرارات ووصولاً إلى

الحل التنبؤى الشامل الذى يأخذ بعين الاعتبار مجموعة من المعطيات المتعلقة بإدارة الإنتاج والمخزون وغيرها، وهى التى يتم إدخالها عبر أنظمة آلية مؤتمتة.

إن عمليـــة تكامل نظام التنبؤ تتعلق بمســـألتين منفصلتين. درجة الأتمتة المرغوب فيها للعلاقة ما بين نظام التنبؤ وبين الوسائل الأخرى الموجودة للمعالجة الآلية، وكيفية استخدام المعطيات المتنبأ بها عند قياس الانحرافات فيما بعد.

وكما رأينا ســـابقاً فى الفصل الأول فإن التنبؤ يســـتند إلى معطيات السوق وليس إلى معطيات المنشـــأة ويجب أن يؤدى إلـــى الهدف المحدد لا أن يكون هدفاً بحد ذاته. ولكن بالنسبة للكثير من المنشآت لا تكون الأمور على هذه الحالة، فيتم الخلط ما بين الهدف والتنبؤ وتصبح الانحرافات عن القيم المحققة مشـــكوكاً فيها من قبل القائمين على المنشأة فى الفترة نفسها من العام السابق. وهنا نطرح السؤال الأساسى التالى: بماذا يخدم أو سيخدم التنبؤ؟

فـــإذا كانت الإجابة فى هذه المرحلـــة الأولى من مراحل تثبيت النظام، بأن التنبؤ لا يقدم شيئاً جديداً للمنشأة فمن الأفضل إذن عدم الاستمرار به تقليصاً للنفقات.

ولكن عندما تُعرّف المنشـــأة بوضوح احتياجاتها من المعلومات المراد التنبؤ بها وكيفية الاستفادة من هذه المعلومات ودمجها فى نظام الإدارة فإن تعريف نظام التنبؤ يتعلق بتلك الاحتياجـــات مع مراعاة الأخذ بعين الاعتبـــار بعض القيود المتعلقة بالمعطيات من ناحية توفرها من المنشأة أو من السوق وكذلك الطول الزمنى المطلوب للسلاسل المستخدَمة.

١-٢- الشراء أو التصميم؟

سؤال مهم يفرض نفسه: هل نشترى نظاماً جاهزاً للتنبؤ أم نصممه بأنفسنا؟ وهنا نعرض وجهتى نظر:

- الأولى لأفراد يمتلكون المعرفة بالقطاع الاقتصادى الذى تنتمى له المنشـــأة ويعتقدون بوجود قدرات داخل المنشأة قادرة على حل مسألة التنبؤ، إذن هم بالنتيجة يفضلون تصميم النظام لا شراءه.
- الثانيـــة لأفـــراد يعلمون بوجود تقنيـــات إحصائية حديثة غير متوافرة فى المنشـــأة ويعتقدون بأنه من الضرورى اللجوء إلى المختصين فى هذا المجال لإنشاء نظام التنبؤ بعد التحقق من الأعمال الســـابقة لهؤلاء المختصين فى منشـــأة أو أكثر من المنشآت التى تنتمى إلى القطاع نفسه.

بشكل عام هناك أرجحية لتبنى وجهة النظر الأولى أى تصميم النظام من قبل المنشأة نفسها، وذلك بالاستناد إلى أمور تتعلق بقيود الميزانية. فالميزانية التى تُقر قبل أشهر من بدء تنفيذها، تبدو صعبة فى توزيع نفقاتها التى تصبح بمعظمها نفقات ثابتة، ومن ثم يصعب التعديل فى توزيع مواردها. ولنتصور منشأة ما رصدت فى ميزانيتها مبلغاً قدره X يورو لتوظيف واستخدام فريق لإدارة التنبؤ. وهذا الأخير ليس لديه أى برنامج جاهز لمعالجة التنبؤ، والميزانية المخصصة لم تأخذ بعين الاعتبار إمكانية شراء البرنامج من الخارج، ومن ثم فإن هذا الموظف سيستخدم فقط الأدوات البسيطة المتاحة فى المنشأة (البرامج البسيطة لمعالجة البيانات) التى - رغم إمكانياتها بالقيام بجميع عمليات الحساب - فإنها لا تتلاءم مع الإدارة «الصناعية»، ومن ثم سيؤدى ذلك إلى خسارة فى الوقت أكبر من تكلفة اقتناء البرنامج الجاهز.

١-٣- تشكيل الفريق:

يستلزم تثبيت نظام التنبؤ إشراك عدد كبير نسبياً من الأشخاص (غالباً فى حدود العشرة) وهؤلاء الأشخاص يشغلون وظائف مختلفة داخل المنشأة أو خارجها ويشكلون فريقاً يضم:

- مختصين فى تصميم الأنظمة باعتبارهم مستشارين من خارج المنشأة أو ينتمون إليها.
- مختصين فى المعالجة الآلية للبيانات.
- المستخدِمين لمعطيات التنبؤ (قوى البيع، قسم التسويق، مسؤول التمويل، ... إلخ).

إن توزيع المهام بين عناصر فريق التنبؤ يحقق غايتين اثنتين:

- التنظيم بشكل واقعى لعناصر الفريق مما يجنب حصول تعارض فى المهام بين المختصين وغير المختصين.
- التأكيد على إعطاء مهمة واضحة للمستخدِمين تتعلق بتعريف وتطوير النظام.

ولكى ننجح فى تكوين هذا الفريق يمكننا اتباع التالى:

- انتقاء استشارى متخصص بموضوع التنبؤ.
- إنشاء فريق تنبؤ من داخل المنشأة يضم:
  - عنصراً من الإدارة العامة.
  - ممثلاً لقسم المعلوماتية.

- الاستشارى المتخصص.
- بعض الأقسام المستخدِمة للنظام (التسويق، المبيعات، التمويل، .... إلخ).
- متخصص فى معالجة المعطيات (مسؤول فى نظام المعلوماتية أو مختص فى الإحصاء والدراسات التجارية).

ستكون مهمة هذا الفريق التعريف بنظام التنبؤ بمجمله ومتابعة تطويره واستخدامه العملى.

وتكون مهمة تثبيت النظام الآلى (أدوات الحساب، إدارة قواعد البيانات) على عاتق فريق مكون من اختصاصىٍّ ممثِّل لقسم المعلوماتية. فى حين تكون مهمة تعليم البرنامج للمستفيدين منه على عاتق فريق مكون من استشارى ومن المستخدِمين الذين تمت الإشارة إليهم سابقاً.

هذا التنظيم، رغم عدم كونه الوحيد الممكن اتباعه، فإنه يستجيب إلى ضرورة كون اختصاص التنبؤ موزعاً بين الأقسام داخل المنشأة. ومن الضرورى تكوين فريق التنبؤ وعدم ترك الأمر لمختص واحد لمراقبة النظام والتحكم به، فمهما كانت إمكانياته وخبراته، فقد يعطى أفضلية لمرحلة ما من مراحل التنبؤ على غيرها من المراحل، كمرحلة إجراء الحساب، ومن ثم يؤثر ذلك فى الجودة الكلية للنظام. بالإضافة إلى ذلك فقد يصبح هذا المختص المناقش الوحيد للمستشار مما يقود إلى تجاهل خبراء السوق ومن ثم إنشاء نظام لا يستجيب إلى احتياجاتهم.

٢- الخيارات المتاحة عند تثبيت النظام:

عند التفكير باقتناء نظام التنبؤ، يجب الأخذ بعين الاعتبار النواحى الأساسية التالية:

- بنية المعطيات المعالجة.
- مستوى تطبيق برنامج التنبؤ.
- دورية تحديث التنبؤ.
- المعالجة الآلية للبيانات.
- تنظيم عملية التحقق من النتائج.
- استثمار النتائج.

٢-١- بنية المعطيات: التدرج:

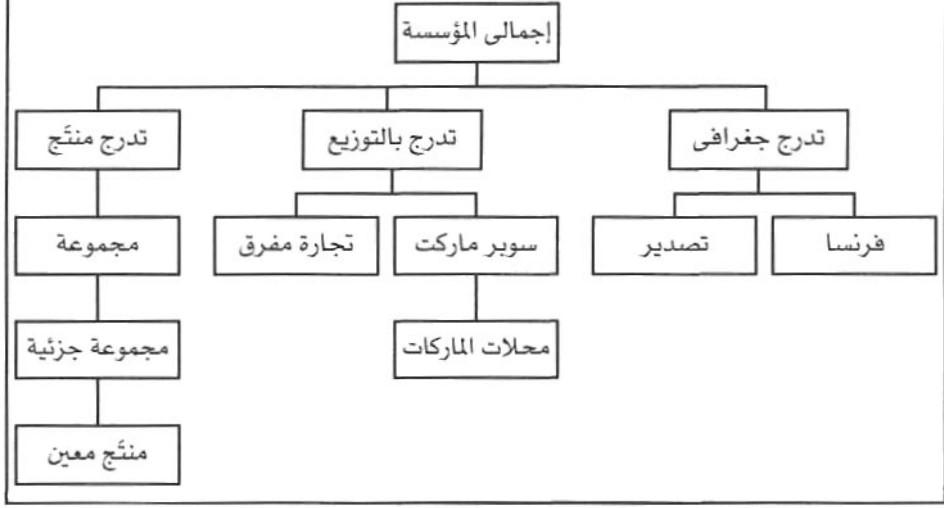
يتعلق مفهوم تدرج المعطيات بدرجة الدقة للسلاسـل الزمنية للمبيعات التى نرغب بإدارتها (تشكيلة منتجات، خط إنتاج، منتج محدد، جزء من السوق، ...). لنأخذ المثال التالى المتعلق بمؤسسة غذائية لها التدرج التالى:

- تدرج فى المنتَج (مجموعة منتجات، مجموعة جزئية من المنتجات، منتَج أو سلعة).
- تدرج فى منافذ التوزيع (محلات بيع المفرق، محلات تجارية متوسطة وكبيرة).
- تدرج فى الحيز الجغرافى للبيع (لفرنسا وللتصدير الخارجى).

يبين الرسم التوضيحى رقم (١) هذه الهيكلية.

يتم تشـكيل هذا النمط من التنظيم حسب «فروع الشـجرة» بواسطة سلاسل زمنية مرتبطة فيما بينها بواسـطة بعض العلاقات الضمنية. وتكون المجاميع للقيم المتنبأ بها لكل سطر من السطور متساوية، وذلك لأننا نجرى فقط عملية توزيع فى كل مرحلة. ومن ثم يمكن لبعض السلاسـل أن تكون المجموع لسلاسـل أخرى ونسميها عندئذ بالسلاسل المركَّبـة (بفتح الكاف) فى حين أن تلك المكوِّنة لهذا التجميع فنسـميها سلاسـل مركِّبة (بكسر الكاف). ويكون لمعظم السلاسل كلتا الخاصتين: مركَّبة ومركِّبة باستثناء السلاسل المتوضعة على طرفى الشـجرة. فالسلسلة «مجموعة» تكون مركَّبة لأنه من الممكن إعادة تجميعها بمستويات أعلى، فى حين أن السلسلة «منتَج معين» هى سلسلة مكوِّنة.

الرسم التوضيحى رقم (١) تدرج المعطيات



عند وضع التنبؤ لكل مستوى من المستويات السابقة قد لا يكون محقّقاً لشرط المساواة فى الأســطر، ولكى نجعل التنبؤات متجانسة، يجب تصحيح الأرقام إما بالانطلاق من الأســفل إلى الأعلى عبر تجميع التنبــؤات التفصيلية، وإما بالعكــس من الأعلى إلى الأسفل عبر تقسيم التنبؤات بواسطة معيار ما محسوب انطلاقاً من السلسلة الزمنية. كما يمكن الخلط بين الطريقتين السابقتين لإجراء التصحيح المطلوب.

يمكن الآن لمســتخدمى نظام التنبؤ الاطلاع على التنبؤات التى تتوافق مع المستوى المرغــوب فيه من خلال تقاطــع العناصر لكل من الهيكليات الســابقة، فعلى ســبيل المثال:

- منتَج معين – سوبر ماركت – فرنسا.
- مجموعة – إجمالى التوزيع – تصدير.
- مجموعة جزئية – تجارة مفرق – فرنسا.
- إلخ.

وبالتأكيد فإن أدوات تجميع وتقســيم التنبؤات بين المســتويات التدريجية المختلفة تُدار بعد ذلك من قبل نظام المعالجة الآلية بهدف الحفاظ على تجانس المعطيات.

٢-٢- بم يجب أن نتنبأ؟

قد يحدث أحياناً أن نكون بصدد مســألة تنبؤ يقتضى حلها، وبكل بساطة، إجراء زيادة فى فعالية نشاط المنشأة أو فى مرونة الإنتاج فيها. ولكن هذا الحل غير ممكن دائماً بالنســبة للمنشــأة، فهى مقيدة بالمدد التى يحددها الموردون لتسليم بضائعهم. يمكننا أن نتصور ثلاث مراحل للإنتاج تتبعها المنشــآت الصناعية: مرحلة التموين من المواد الأولية، ومرحلة التصنيع، ثم مرحلة التغليف. والرسم التوضيحى رقم (٢) يبين هذه المراحل.

الرسم التوضيحى رقم (٢) المراحل المختلفة لتكوين المنتَج

التغليف — تصنيع — التموين من المواد الأولية

(٤) (٣) (٢) (١)

(٤)	(٣)	(٢)	(١)	
تنبؤ	تنبؤ	تنبؤ	طلبية	تموين
تنبؤ	تنبؤ	طلبية	طلبية	تصنيع
تنبؤ	طلبية	طلبية	طلبية	تغليف
منتج نهائى	نصف منتهية	مواد	لا شىء	مخزون

فإذا كنا فى النقطة (١)، فإن زبائن هذه المنشـــأة يقبلون مدة تسليم لبضائعهم أكبر مـــن الفترة الإجمالية لعملية الإنتاج ككل، ومثال ذلك صناعة الطيران ومن ثم لا يوجد مشكلة للتنبؤ بالمبيعات؛ لأنه سيتم تنفيذ المراحل الثلاث حسب الطلبية.

أما إذا كنا فى النقطة (٢)، فإن زبائن هذه المنشـــأة يقبلون مدة تسليم مساوية لمدة التصنيع والتغليف (مثال ذلك صناعة الســيارات)، وهنـــا يكون التنبؤ بالمبيعات مفيداً لتخطيط عملية التموين من المواد الأولية.

وفـــى حال توضعنا فـــى النقطة (٣)، فإن زبائن هذه المنشـــأة يقبلون مدة تســـليم مساوية إلى مدة التغليف (مثال ذلك صناعة الحواسيب)، ومن ثم فإن التنبؤ بالمبيعات يتـــم علـــى المنتجات نصف النهائية ويكـــون مفيداً لتخطيط عمليـــة التموين من المواد الأولية ومن التصنيع.

أخيـــراً، إذا كنـــا فى النقطة (٤)، فإن الزبائن ســـيرغبون فى مدة تســـليم أقل من إجمالى عملية الإنتاج (مثال ذلك صناعة المنتجات ذات الاســـتهلاك الكبير) ويســـتند التنبؤ بالمبيعات إلى المنتَج النهائى.

يوضـح الجدول رقم (١) عملية التحكيم التى تلجأ إليها المنشـأة للمفاضلة ما بين المرونة فى العملية الإنتاجية وبين التخزين.

الجدول رقم (١) مستويات التنبؤ

التموين من المواد الأولية	التصنيع	التغليف		المخزون
عند الطلبية	عند الطلبية	عند الطلبية	⇐	لا يوجد
بالتنبؤ	عند الطلبية	عند الطلبية	⇐	مواد أولية
بالتنبؤ	عند الطلبية	عند الطلبية	⇐	منتجات نصف نهائية
بالتنبؤ	بالتنبؤ	بالتنبؤ	⇐	منتجات نهائية

يجب التفكير إذن عند تصميم نظام التنبؤ بشكل انسياب التدفق من المواد (تدفقات بسبب التنبؤ وتدفقات مسحوبة بواسطة الطلبيات)، ومن ثم يجب أن يستند التنبؤ إلى الحاجات الحقيقية للمنشأة.

٢-٣- مستوى حساب التنبؤ والتحقق من صلاحيته:

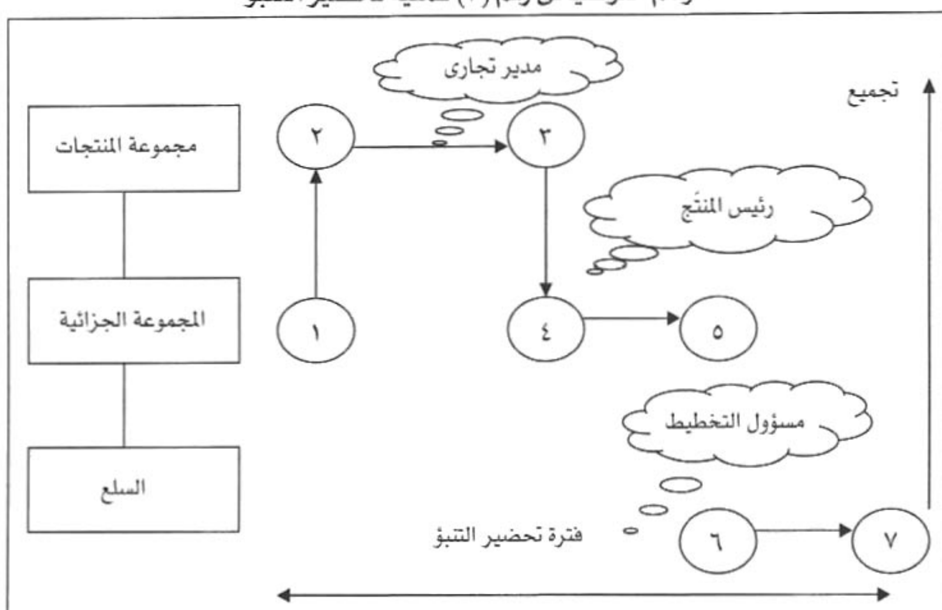
يتم تحديد مستوى تطبيق الحساب الإحصائى بناء على العلاقة الموجودة فى تدرج المعطيات التى عالجناها سـابقاً، أى بناء على التدرج حسـب المنتج أو حسـب الحيز الجغرافى أو منافذ التوزيع. ولأسـباب تتعلق بالفعاليـة الإحصائية وبالمعالجة الآلية فإنه نادراً ما يتم تطبيق الحسـاب الإحصائى على المسـتويات الدقيقة جداً. وتتعلق عملية اختيار مستوى تطبيق الخوارزمية المستخدَمة بالتجانس فى سلوكيات المستويات الأدنى. ففى الواقع، إذا كنا نتعامل مع مسـتوى مُجمع بشـكل كبير وكانت السلوكيات غير متجانسـة (كما هو الحال غالباً)، فإن حركات الاتجـاه العام للمنتجات لن تكون معتَبـرة، ومـن ثم فإن التنبؤ سـيكون متحيـزاً. بالمقابل، إذا كنا نتعامل مع مسـتوى منخفض كثيراً حسـب تـدرج المنتج، فإن ذلك يقود إلى حسـابات للتنبؤ غير معنوية، وتكون القوانين الإحصائية المستخدَمة للحساب غير صحيحة.

يمكن الحصول على التنبؤات على كل المسـتويات من خلال تنفيذ طريقة الحساب على مستوى متوسط ومن ثم استخدام دالات للتجميع أو للتفريق تسمح بإعادة تشكيل كل المستويات.

ومثال على ذلك، فى حال اســتخدام تدرج المنتج فقط فإن الحصول على التنبؤات يمكن أن ينتج عبر العملية المشروحة فى الرسم التوضيحى رقم (٣).

- المرحلة (١): حساب التنبؤ على مستوى المجموعة الجزئية بواسطة نموذج إحصائى ما.
- المرحلة (٢): تجميع التنبؤات على مستوى مجموعة المنتجات.
- المرحلــة (٣): التأكد من صلاحية الحســاب من خلال الاســتعانة بالمدير التجارى للتنبؤات حسب المجموعات.
- المرحلة (٤): تقسيم التنبؤات حسب المجموعات، التى تم التأكد من صلاحيتها، إلى تنبؤات حسب المجموعات الجزئية.

الرسم التوضيحى رقم (٣) عملية تحضير التنبؤ



- المرحلة (٥): التحقق من التنبؤات بواســطة رئيس المنتَج على مســتوى المجموعات الجزئية.
- المرحلة (٦): تقســيم التنبؤات التى تم التحقق من صلاحيتها فى المرحلة الســابقة إلى تنبؤات على مستوى السلعة الواحدة.
- المرحلة (٧): التحقق من تنبؤات المرحلة (٦) السابقة بواسطة مسؤول التخطيط.

ليس هناك من مشكلة فيما يتعلق بعملية تجميع التنبؤات، ويكفى فقط إضافة المكونات للمستوى المرغوب فى الاستعلام عنه. ولكن بالنسبة لعملية تقسيم أو توزيع التنبؤات، فإن هناك عدة إمكانيات لحساب التثقيلات النسبية لكل سلعة، منها:

- التثقيل باستخدام الوزن السابق للشهر نفسه من العام المنصرم. وميزة هذه الطريقة تكمن فى دمج المركبة الفصلية فى تثقيلات السلعة، ولكنها تعانى من سلبية تتعلق بخطر الأخذ بعين الاعتبار للقيم الشاذة للسلع ذات المبيعات القليلة.
- التثقيل وفقاً للمتوسط المحسوب على مدى (١٢) شهراً منزلقاً. وتسمح هذه الطريقة بحساب تثقيلات فعالة لأنها تكون محسوبة على مدى العام. ولكن التقلبات الجديدة التى تحصل على مركبة الاتجاه العام للسلع المختلفة لا تكون مأخوذة بعين الاعتبار. ومن ثم فإن ضغطاً ترويجياً متزايداً على سلعة ما سيؤدى إلى تنمية مبيعات تلك السلعة مع الضرر للسلع الأخرى المجاورة لها، ومن ثم حصول تحيز فى عملية حساب التثقيلات.
- التثقيل وفقاً للمتوسط الصقيل المحسوب على مدى (١٢) شهراً منزلقاً. وهذه التقنية تعتبر الأفضل، لأنها تعطى تثقيلات مهمة للمعطيات الحديثة السابقة من السلسلة ولمدة (١٢) شهراً. ويمكن الحصول على الصقل عبر استخدام تقنيات الصقل الآسى البسيط واعتبار المعامل $a = 0.3$.

٢-٤- دورية تحديث التنبؤ:

من الواضح أن التنبؤ على المستوى السنوى أسهل من التنبؤ الشهرى، والشهرى أسهل من الأسبوعى، وهكذا، ولذلك فإنه يتوجب على المنشأة منذ البداية أن تحتكم ما بين صعوبة التنبؤ وبين جودته مما يسمح لها بأن تكون فعالة فى السوق. فعلى سبيل المثال، ليس هناك من فائدة لإجراء تنبؤات أسبوعية مستمدة من وجود انحرافات معيارية كبيرة (بسبب التباين الأسبوعى الكبير) فى حين أنه من الممكن التحكم بشكل جيد وسهل للحصول على تنبؤات شهرية.

يتوجب عند إنشاء نظام التنبؤ اختيار الدورية المناسبة لتحديث التنبؤ نظراً لأهمية هذا الخيار، ولكونه يقيد الكثير من العناصر المستخدمة فى عملية التنبؤ مثل دورية المعطيات المستخدمة واختيار طريقة التنبؤ.

المعايير الممكن الاعتماد عليها بهذا الخصوص هى التالية:

- دورة الإنتاج والفترة اللازمة لتعديل خطة الإنتاج والتموين:

يجــب أن تكون دورية التنبؤ متوافقة مــع دورة الإنتاج للمنتج المراد التنبؤ بمبيعاته. فمن غير المفيد إنشــاء نظام تنبؤ أســبوعى فى حال كانــت دورة الإنتاج (أو فترة ردة الفعل للمنشأة) أكثر من أسبوع.

- المجال الزمنى للتنبؤ:

لن يكون واقعياً إنشاء تنبؤات أسبوعية للمبيعات لمجال زمنى يتجاوز (٢٠) أسبوعاً. فإذا شــعرت المنشأة بالحاجة لمثل هذه الفترات، عليها اســتخدام نظامين من أنظمة التنبؤ، واحد شــهرى والآخر أســبوعى مع الاحتفاظ بالتجانس بينهما كما سنرى فى الفقرة اللاحقة (٢-٥).

- تأثير العوامل التفسيرية:

يعتبــر تأثير العوامل التفســيرية معيــاراً مهماً لاختيار دوريــة التنبؤ. ففى قطاع السلع ذات الاستهلاك الكبير، يكون لمعظم التأثيرات الترويجية صدى ينتهى مع نهاية الأسبوع، وعملية إدخال هذه التأثيرات فى نظام التنبؤ تستلزم استخدام دورية تحديث أسبوعية. بالمقابل فإن المؤشرات الاقتصادية المعرّفة بشكل أسبوعى، لا يمكن أن تظهر إلا فى أنظمة التنبؤ الشهرية.

إذن على كل منشأة أن تختار الدورية المناسبة لإجراء التنبؤ بالاستناد إلى العناصر السابقة، ويمكننا عموماً، وفقاً لقطاع النشاط، أن نشير إلى العناصر التالية:

- الحالة العامة: تنبؤ شهرى.
- حالة المنتجات الطازجة: تنبؤ أسبوعى.
- حالة المنتجات الطازجة جداً: تنبؤ يومى.
- حالة الخدمات: تنبؤ يومى أو ساعى أو حسب بعض الشرائح الزمنية.

٢-٥- التجانس بين التنبؤات الشهرية والتنبؤات الأسبوعية:

قد تلجأ المنشآت أحياناً إلى استخدام نظامين مختلفتين للتنبؤ من ناحية الدورية المتبعة، ومثال ذلك اســتخدام تنبؤ شــهرى لمجال قدره (١٨) شهر وتنبؤ أسبوعى لمجال قدره (١٠) أسابيع، وذلك بهدف تحديد الاحتياجات من المواد Material Requirements Planning. إذن لدى المنشــأة مجموعتان من المعلومات غير متجانستين، فالتنبؤات يتم حسابها بشكل مستقل الواحدة عن الأخرى، كما أن الأسبوع يمكن أن يكون متداخلاً بين شهرين.

ولجعل هذين النوعين من التنبؤ متجانسين، نجرى الافتراضين التاليين:

- التنبؤ الأسبوعى على المدى القصير أكثر فعالية من التنبؤ الشهرى، لأنه يحتوى على المعلومة الأكثر حداثة (القيم المحققة للشهر الجارى).
- التثقيل المتساوى لكل يوم من أيام الأسبوع، فليوم الإثنين وزن مساوٍ لوزن يوم الثلاثاء ... إلخ.

المثال التالى يوضح مبدأ إجراء التجانس بين التنبؤات. ليكن لدينا التنبؤات الأسبوعية والشهرية المعروضة فى الجدول رقم (٢).

الجدول رقم (٢) التنبؤات الأسبوعية والشهرية قبل إجراء التجانس

الشهر	التنبؤ	الأسبوع	التنبؤ
تشرين الأول	٥٦٩	٤٠	٨٦
		٤١	١٠٦
		٤٢	٩٨
		٤٣	١٢٩
		٤٤	٨٨
تشرين الثانى	٧٢٠	٤٥	١٤٥
		٤٦	١٧٨
		٤٧	١٢٥
		٤٨	١٤٢
كانون الأول	٨٥٤	٤٩	١٩٥

تقضى طريقة حساب التجانس بين التنبؤات بإجراء النسبة للتنبؤات الأسبوعية المتداخلة بين شهرين إلى عدد أيام الأسبوع. يوضح الجدول رقم (٣) قواعد الحساب.

الجدول رقم (٣) التنبؤات الأسبوعية والشهرية بعد إجراء التجانس

الشهر	التنبؤ	الأسبوع	التنبؤ
تشرين الأول	٨٦ + ١٠٦ + ٩٨ + ١٢٩ + (٢\٥ × ٨٨) = ٤٥٤ (الأسبوع ٤٤ فيه يومان فى شهر تشرين الأول و٣ أيام فى شهر تشرين الثانى)	٤٠ ٤١ ٤٢ ٤٣ ٤٤	٨٦ ١٠٦ ٩٨ ١٢٩ ٨٨
تشرين الثانى	(٣\٥ × ٨٨) + ١٤٥ + ١٧٨ + ١٢٥+ (٤\٥ × ١٤٢) = ٦١٤ (الأسبوع ٤٨ فيه ٤ أيام فى شهر تشرين الثانى ويوم واحد فى شهر كانون الأول)	٤٥ ٤٦ ٤٧ ٤٨	١٤٥ ١٧٨ ١٢٥ ١٤٢
كانون الأول	٨٥٤	٤٩	١٩٥

٢-٦- استخدام سجل الطلبيات Order Book:

نتساءل هنا عن كيفية الاستفادة من سجل الطلبيات لتحسين جودة التنبؤ بالمبيعات. فى الواقع إذا كانت الفترة اللازمة للمنشـــأة لتعديل خطة إنتاجها أو خطة تموينها من المواد الأولية أقل من مهلة التســليم المطلوبة من قبــل معظم الزبائن، فإن الأخذ بعين الاعتبار لســجل الطلبيات باعتباره مؤشــراً تقديمياً (متغير تفسيرى) يمكن أن يكون مفيداً. ومثال ذلك، امتلاك المنشـــأة لسجل طلبيات يعادل وسطياً (٥٠٪) من مبيعاتها قبل شهر من تاريخ التسليم المطلوب. الهدف إذن هو تنقية (تخليص) التنبؤات القصيرة جداً (للشــهر الجارى) من خلال إدخال ســجل الطلبيات لمجال زمنى واحد أو لمجالين زمنيين مختلفين فى معادلة تقدير المبيعات.

مثال: تقوّم منشـــأة تعمل فى مجال الســلع الاســتهلاكية المعمرة وتعتمد أسلوب الطلبيات المسبقة باستخدام النموذج التالى:

$$VEMTES_t = a_0 + a_1\ CAR_{t-1} + a_2\ CARJ5_t$$

حيث:

$VEMTES_t$: تمثل المبيعات للشهر t.

CAR_{t-1}: سجل الطلبيات فى الـ (٢٠) من الشهر $t - 1$ لتسليمها فى الزمن t.

$CARJ5_t$: سجل الطلبيات فى الـ (٥) من الشهر t لتسليمها فى الزمن t.

a_2, a_1, a_0: معاملات التثقيل المقدرة بواسطة الانحدار.

نعرض فى الجدول رقم (٤) المعطيات المتعلقة بالمبيعات وبتطور سجل المبيعات.

الجدول رقم (٤) المبيعات والتغير فى سجل الطلبيات (الملف *C10EX1. KLS*)

التاريخ	المبيع	Carnet t-١	Carnet au ٥	التنبؤ
كانون الثانى A	٤٠١,٦٠	٨٤	١٨١	٣٦٨
شباط	٣٩٥,٧٠	٧٢	٢٣٨	٤٥٩
آذار	٤٥١,٠٠	٦٩	٢٠١	٣٦٧
نيسان	٤٢٧,٦٠	٨٦	٢٢٨	٤٧٧
أيار	٤٩٦,٨٠	٧٦	٢٢٣	٤٤٧
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
تشرين الثانى	١٠١٢,٠٠	١٢٢	٤٢٢	١٠١٠
كانون الأول	١٣٨٠,٠٠	١٨٠	٥١٠	١٣٧٨
كانون الثانى A+٣		١٠٢	٢٨٨	٦٥٨

نتائج التقدير بواسطة الانحدار المتعدد هى التالية:

$$VENTES_t = -279.65 + \underset{(4.6)}{3.04}\, CAR_{t-1} + \underset{(9.47)}{2.18}\, CARJ5_t$$

$$R^2 = 0.98 \quad n = 63 \; (..)\; t \; de \; Student$$

من الواضح أن المعاملات مختلفة بشكل معنوى عن القيمة صفر.

يمكن إذن للتنبؤ بشـهر كانون الثانى من العـام $A + 3$ أن يكون مصفى اعتباراً من (٦) كانون الثانى بفضل القيم المعلومة لسجل الطلبيات لذلك اليوم.

$$VENTES_{JA+3} = -279.65 + 3.04\ (102) + 2.18\ (288) = 658.27$$

٢-٧- الحلول الآلية:

بعد اسـتعراضنا للإجراءات المتعلقة باتخاذ القرار حول شكل نظام التنبؤ الواجب اسـتخدامه، يأتـى موضوع اختيار البرنامج الآلى المناسـب لهـذا النظام. لذلك من المناسـب أن نعرض هنا إجمالى الخيارات المتاحة بهـذا الخصوص ونبين الإيجابيات والسلبيات لكل خيار.

وعلى الرغم من أن إجراءات الاسـتخدام النهائى لنظام التنبؤ تكون من اختصاص أقسـام التسـويق والتمويل، فـإن ذلك لا يمنع مـن الأخذ بعين الاعتبار لرأى قسـم المعلوماتيـة حول مدى إمكانية تثبيت هذا النظام أو ذاك، وطرائق التشـغيل المحتملة (حاسب مكتبى، شبكة، ... إلخ).

تعتبر التحسـينات المتزايدة فى كفاءة أجهزة الحاسوب وكذلك اللجوء المتزايد إلى البرمجيات البسيطة للحساب، عوامل مشجعة لاستخدام البرمجيات الجاهزة لإجراء التنبؤ.

ولـن نعرض هنـا كل البرمجيات المتاحة للتنبؤ، وإنما يمكـن للمهتم بالاطلاع على برامج أخرى العودة إلى الموقع التالى على الشبكة العنكبوتية:

http://www.dauphine.fr/cip/pages/bourbonnais/

يمكننـا أن نعرض هنا خمسـة أنمـاط مختلفة من نماذج البرمجيـات التى تعالج مسائل التنبؤ:

- البرنامج المخصص للتنبؤ بالمبيعات:

يمكننا عبر هذا البرنامج تحضير تنبؤات جيدة لسلاسل المبيعات، حيث يتم التعريف بشكل واضح لمعطيات الإدخال (السلاسـل الزمنية للمبيعات) وللمخرجات (التنبؤات والانحراف المعيارى لخطأ التنبؤ).

- المزايا:

- السرعة فى التثبيت والحصول الفورى للتنبؤ.

- اعتماد البرنامج على عدد كبير من المراجع وعلى مواقع متخصصة فى شبكة الإنترنت يجعل آلية عمله مؤكدة.
- تكلفته معروفة بدقة.
- أدواته محددة بشكل كامل ويمكن للمستخدِم التعرف على فحواها بشكل سهل.

- **السلبيات:**

- البرنامج مصمم بحيث يناسب أكبر عدد ممكن من المنشآت ومن ثم هناك احتمال لعدم توافقه مع تطبيق محدد.
- عمليات التطوير والتعديل النوعية على هذا البرنامج تكون مستحيلة أو مكلفة جداً.
- ليس لقسم المعلوماتية فى المنشأة أية سيطرة على البرنامج، فهو مرتبط كلياً بالمورّد الذى يستطيع وحده إجراء أى تطوير أو تعديل فيه.

- **البرنامج المتكامل من النوع** "Supply chain":

يقدم هذا البرنامج الحل الأمثل لكل مراحل العملية اللوجيستية فى المنشأة ابتداء بالتنبؤ بالطلب حتى الوصول إلى إدارة المخزون فى المستودعات. بالإضافة إلى الإيجابيات والسلبيات العامة المتعلقة بالبرمجيات الجاهزة، هناك ميزة لهذا البرنامج تتمثل فى كونه قادراً، من خلال عملية واحدة، على إيجاد الحل لكل المسائل المتعلقة بالعملية اللوجستية للمنشأة. ولكن سلبيته الكبرى تتمثل فى تكلفته الباهظة ووضعه موضع التنفيذ.

- **البرنامج من النمط** "ERP, Enterprise Resource Planning":

يمكن من خلال البرنامج ERP التحكم بكل أوجه إدارة المنشأة ويمكن، من خلال تطبيق ما لهذا البرنامج، إجراء تنبؤ بالمبيعات. إن المفردات المستخدمة فى هذا البرنامج (محاسبة، إدارة مبيعات، إدارة أفراد، ...) موجهة بشكل أساسى نحو الإدارة وبشكل أقل نحو التموين وأقل أكثر نحو التنبؤ بالمبيعات. ونتيجة لذلك فإن الوسائل المستخدمة فى هذا البرنامج غالباً ما تتميز ببساطتها.

- **البرنامج المبسط لمعالجة البيانات الإحصائية** Tableur:

إن التطور الذى حصل على هذا النوع من البرامج وتعميم استخدامها فى المنشآت جعل منها أداة مناسبة لإجراء التنبؤ بالمبيعات.

- **المزايا:**

- يمكن لنظام التنبؤ أن يكون عبر مجموعة البرامج المكتبية.
- يمكن تعديل طريقة الحل بشكل سريع.
- المستخدِم لهذا النظام والقادر على تعديله تكون لديه معرفة تامة بآلية عمله.

- **السلبيات:**

- محدودية استخدام هذا البرنامج بعدد محدود من المنتجات، وفى حال كون عدد المنتجات الواجب التنبؤ بمبيعاتها كبيراً فإن استخدامه يصبح مضجراً.

- **تفصيل برنامج حسب الحالة:**

يتم اللجوء هنا إلى تفصيل كامل أو جزئى لتطبيق ما من قِبَل قسم المعلوماتية الخاص بالمنشأة، وغالباً ما يكون مزيجاً من تضافر الجهود للمختص فى قواعد البيانات ولمعد النتائج على الجدول.

- **المزايا:**

- يسمح التصميم الدقيق للبرنامج بالتأكد من ملاءمته لأنظمة المخزون.
- يمكن استثمار النتائج مباشرة من الجدول ويكون مدير البرنامج مسيطراً بشكل كامل على أدواته.
- يكون لقسم المعلوماتية الكفاءة لأى تعديل يراه ضرورياً فى البرنامج.

- **السلبيات:**

- فترة تصميم البرنامج واختباره قد تكون طويلة.
- النتيجة غير مؤكدة. فالأقسام الداخلية فى المنشآت ليس لديها أى التزام تجاه النتائج مقارنة بالأقسام من خارج المنشأة، ومن ثم فقد لا يرى هذا المشروع النور.

- **معايير الاختيار بين البرامج:**

الاختيار بين البرامج المتوافرة هو عملية صعبة. والمعيار الأول لهذا الاختيار هو جودة التنبؤ، ويتم ذلك بإجراء اختبار على عينة كافية من سلسلة نرغب فى التنبؤ بقيمها ومكونة من المبيعات الممثِّلة لنشاط المنشأة.

فى حال كانت النتائج تتوافق مع القيم المتوقعة مع وجود برامج أخرى منافسة، فيمكن عندئذ اللجوء إلى معايير أخرى متممة وتشمل:

- ملاءمته للمستخدِم: فالإدارى يستخدم عادةً البرامج المكتبية، وفى حال عدم ارتياحه للبرنامج الجديد فقد يثير ذلك لديه السخط والملل.
- دوام استمرارية وجود الجهة المصممة للبرنامج: فهناك عدة عوامل يجب أخذها بعين الاعتبار عند التعامل مع جهة خارجية منها قدم هذه المنشأة وقدراتها المالية وعدد العاملين فيها ... إلخ. فمعظم المصممين لهذه البرامج الخاصة بالتنبؤ هم من الحجم الصغير بسبب السوق المحدود جداً لهذا الموضوع، وبسبب الخطر الكبير فى الإخفاق.
- المساعدة التقنية: نقصد هنا المساعدة المنهجية أى فى الطريقة المستخدمة والمساعدة فى مجال الاستخدام لأدوات البرنامج. فوجود خط ساخن وأدوات مساعدة مطبوعة يعتبر عاملاً مهماً فى اختيار البرنامج.
- القدرة على التحكم والتعديل للبرنامج: فوجود المنافسين من داخل المنشأة يعتبر عنصراً مهماً حيث لا يتمتع موزعو البرامج (غير المصممين له) بالقدرة على إجراء أى تعديل سريع مطلوب من قبل المستخدِمين.
- السعر: يأتى معيار السعر فى المرتبة الأخيرة لأنه، من وجهة نظرنا، ليس أساسياً على الأقل ضمن حدود معقولة. فالنفقات الإضافية المترتبة على عدم احترام المعايير السابقة قد تفوق المبالغ الموفرة من عملية الاختيار لبرنامج رخيص.

- **الإنترنت والتعاون فى إجراء برنامج للتنبؤ:**

التطور الحاصل على شبكة المعلوماتية (الإنترنت) يعطى للمنشأة الإمكانية فى التواصل ومبادلة المعلومات بين مختلف مصممى برامج التنبؤ بالمبيعات. فكل يسهم، بالمعلومات المرسلة عبر الشبكة، فى تطوير نظام التنبؤ وتحسينه للوصول إلى النظام الأمثل. تستفيد حالياً كل البرامج المتوافرة من هذه الميزة فى التعاون.

٣- طريقة إدخال التنبؤ فى نظام الإدارة:

كما أشرنا سابقاً، من الضرورى تكوين فريق للتنبؤ يجمع كل ذوى الشأن بموضوع التنبؤ والغاية من ذلك تنظيم أفكار عناصر هذا الفريق التى يمكن أن تكون مختلفة.

علينا أولاً أن نأخذ بعين الاعتبار المحاولات السابقة التى كانت تسعى إليها المنشأة بموضوع التنبؤ، ومن ثم إدخال الشخص أو الأشخاص المعنيين بهذا الأمر ضمن فريق التنبؤ. وهذا ليس بالأمر السهل دائماً، فالمنشأة عبارة عن مجموعة من الأفراد والعلاقات بين هؤلاء قد تكون توافقية وقد تكون خاضعة للسلم الوظيفى.

وهناك سؤال يتعلق بالجهة أو القسم الذى سيرتبط به نظام التنبؤ، وبهذا الصدد يجب تجنب اعتبار نظام التنبؤ باعتباره جزءاً من صلاحيات قسم الموظفين أو المعلوماتية أو التسويق أو قسم التنبؤ؛ لأن ذلك سيؤدى إلى عزل فريق التنبؤ الإجمالى. التنبؤ يجب أن لا يكون مرتبطاً إلا بالفريق المتعدد التخصصات الذى يطوره ويديره ويسهل استخدامه. وهذا بالتأكيد يفرض بعض المشاكل المتعلقة بالإجراءات الاعتيادية لتعريف المهام الوظيفية والسلم الوظيفى، وكذلك مخصصات الميزانية من الموارد. يمكن حل هذه المسائل من خلال تطوير نظام التنبؤ وجعله مرتبطاً فى مراحله الأخيرة بالإدارة العامة للمنشأة (حيث يكون موضوع الميزانية والقرار النهائى فى حال عدم التوافق من اختصاص الإدارة العامة).

الطريقة الأكثر فعالية لإدخال التنبؤ فى نظام الإدارة تقضى بتنظيم دورة معلومات داخلية تسمح بتعريف مناسب لنظام التنبؤ وتسهل عملية استخدام النظام من قبل المستخدِمين. ويمكن من أجل ذلك تنظيم دورة من عدة أيام موزعة على شهر أو شهرين وتتعلق بالمواضيع التالية:

- مدخل إلى الطرائق الإحصائية والتنبؤ.
- شرح لنظام التنبؤ.
- الطريقة العملية للاستخدام بواسطة الحاسب الآلى وتفسير النتائج وكيفية اختيار العناصر التفسيرية، ... إلخ.

٣-١- التنبؤات الأولية:

يجب عدم إعطاء أهمية كبيرة للتنبؤات الأولية لنظام التنبؤ ولا يجب اعتبارها مؤشراً نهائياً على دقة النظام، ففعالية النظام ستزداد وتتحسن بشكل متتالٍ عبر إدخال بعض المتغيرات التفسيرية الإضافية. ومن ثم فإنه من السابق لأوانه اعتبار التنبؤات الأولية ذات جودة ثابتة. ولكن يمكننا أن نعرض فى بداية الأمر وبشكل متوازٍ كلاً من التنبؤات الحدسية والتنبؤات المحققة عبر النظام الجديد، ولقد لوحظ من خلال التجربة أن التنبؤات الأخيرة تكون مساوية، إن لم تكن أفضل، من التنبؤات الحدسية.

بعد ذلك يتم بشكل متدرج إدخال عناصر جديدة إلى النظام (تحسينات فى جودة النظام، متغيرات تفسيرية جديدة، سلاسل زمنية أكثر طولاً، ... إلخ) مما يسمح بتحسين جودة التنبؤ. يتميز هذا الإجراء بكونه يوضح بشكل رقمى الرهان الأساس وهو أن التنبؤ لا يتم بشكل كامل من تلقاء نفسه، وإنما يتم تحسينه تدريجياً ويبقى على الدوام أسرع من الطرائق التقليدية.

٣-٢- التنبؤ كأداة من أدوات المنشأة:

يحتــاج التنبؤ إلى فترة تقديرية لا تتجاوز (١٨) شــهراً حتى يكتمل داخل المنظمة، وضمن هذا المنظور الزمنى يبرز مجالان:

- مجــال قصير الأمد من (٣) إلى (٦) أشــهر يتعلق بتحديد أهــداف البيع وأهداف برامج الإنتاج.
- مجال ممتد من (١٢) إلى (١٨) شهراً مرتبطاً بإجراءات الميزانية.

ويمكن لنظام التنبؤ نفسه إمداد الإدارة بالعناصر الواجب إدخالها فى كلا المجالين. فمــن أجل المؤسســة التى تنظم ميزانيتهــا للفترة من كانون الثانــى إلى كانون الأول (معظم الحالات)، فإن الإجراء المتعلق بالميزانية للسنة n سيبدأ اعتباراً من شهر تموز من العام n - 1.

وستكون الإصدارات من التنبؤات الفصلية (كل ٣ أشهر) على النحو التالى:

- فى تموز، ســيكون هناك تنبؤ إجمالى لمدة (١٨) شــهراً للموازنة، وتنبؤ دقيق لـ (٦) أشهر لأهداف البيع ولبرامج الإنتاج.
- فى تشرين الأول سيكون هناك تنبؤ متعلق بالميزانية لفترة (١٥) شهراً (١٨-٣) وتنبؤاً لمدة (٦) أشهر لأهداف البيع وبرامج الإنتاج، .... إلخ.

وهكذا شــيئاً فشيئاً يتقارب المجالان الزمنيان مع مرحل تنفيذ الميزانية ومن خلال ملاحظة الانحرافات بين القيم المتنبأ بها، والقيم المحققة سيتم تصحيحها عبر تعديل ما فى قرارات الإدارة.

يتميز النظام الذى يلبى احتياجات الإجراءين الســابقين بميزة مهمة تتمثل بإدخاله نوعــاً من التجانس بين المجالين الزمنيــين. فيمكننا تصور وجود اختلافات مهمة بين الإجــراء المتعلــق بالميزانية، والذى له أداتــه الخاصة فى التنبؤ (أو لا يســتخدم أداة للتنبؤ) وبين الإجراء المتعلق بالمجال (٣) إلى (٦) أشهر، والمستند إلى نظام مستقل فى التنبؤ.

فى المرحلة الأخيرة لعملية إدخال التنبؤ فى نظام الإدارة يتم حساب الكلفة الحقيقية لتثبيت هذا النظام التنبؤى ومقارنة ذلك مع مدى ما يقدمه من فوائد للمنشــأة. هذه التقييمات يمكن أن تكون منفذة بعد مرور (١٨) إلى (٢٤) شهراً من الاستخدام الأولى للنظام، وبعد ذلك يتم التقييم بشكل سنوى. ويكون لفريق التنبؤ دور أساسى فى هذه المرحلة حيث يتوجب عليه إجراء التعديلات المستمرة على النظام لتحسين أدائه.

٣-٣- الفترة اللازمة لتثبيت النظام:

غالباً ما يتم الاعتقاد بأنه يكفى تثبيت البرنامج ومن ثم إدخال البيانات، وبعد ذلك يصبـــح البرنامج جاهزاً لتقديم التنبؤات المطلوبـــة. ولكن الواقع بعيد عن ذلك، فهذا النظام متداخل فى هيكلية المنشأة، ومن ثم يجب أن يكون متفَقاً عليه من قبل الجميع وليس حصراً بقسم ما من أقسام المنشأة.

ولكى يصبح هذا النظام متاحاً بشـــكل عملى للاســـتخدام فإنـــه يلزمه من الوقت ما يقارب ســـنة ونصف إلى ســـنتين. ومن خلال التجارب السابقة، يمكننا توزيع فترة استكمال تحضير البرنامج إلى المراحل التالية:

- تحضير مشروع اقتناء نظام للتنبؤ: (٣) أشهر.
- تأليف الفريق والتعريف بآليات تثبيت النظام: (٤) أشهر.
- اختيار البرنامج المناسب: (٣) أشهر.
- ملائمة أدوات النظام والتعريف بها: (٤) أشهر.
- تجريب النظام واختباره: (٦) أشهر.

أى ما مجموعه تقريباً (١٨) شهراً.

ومن الواضح أن العمل فى المراحل الســـابقة لا يتم بشـــكل مستمر، فلكل عضو فى الفريـــق مهام أخرى مرتبط بهـــا، ولا يكون متفرغاً لعمل النظـــام إلا قرابة يوم واحد وسطياً فى الشهر.

٣-٤- التكلفة:

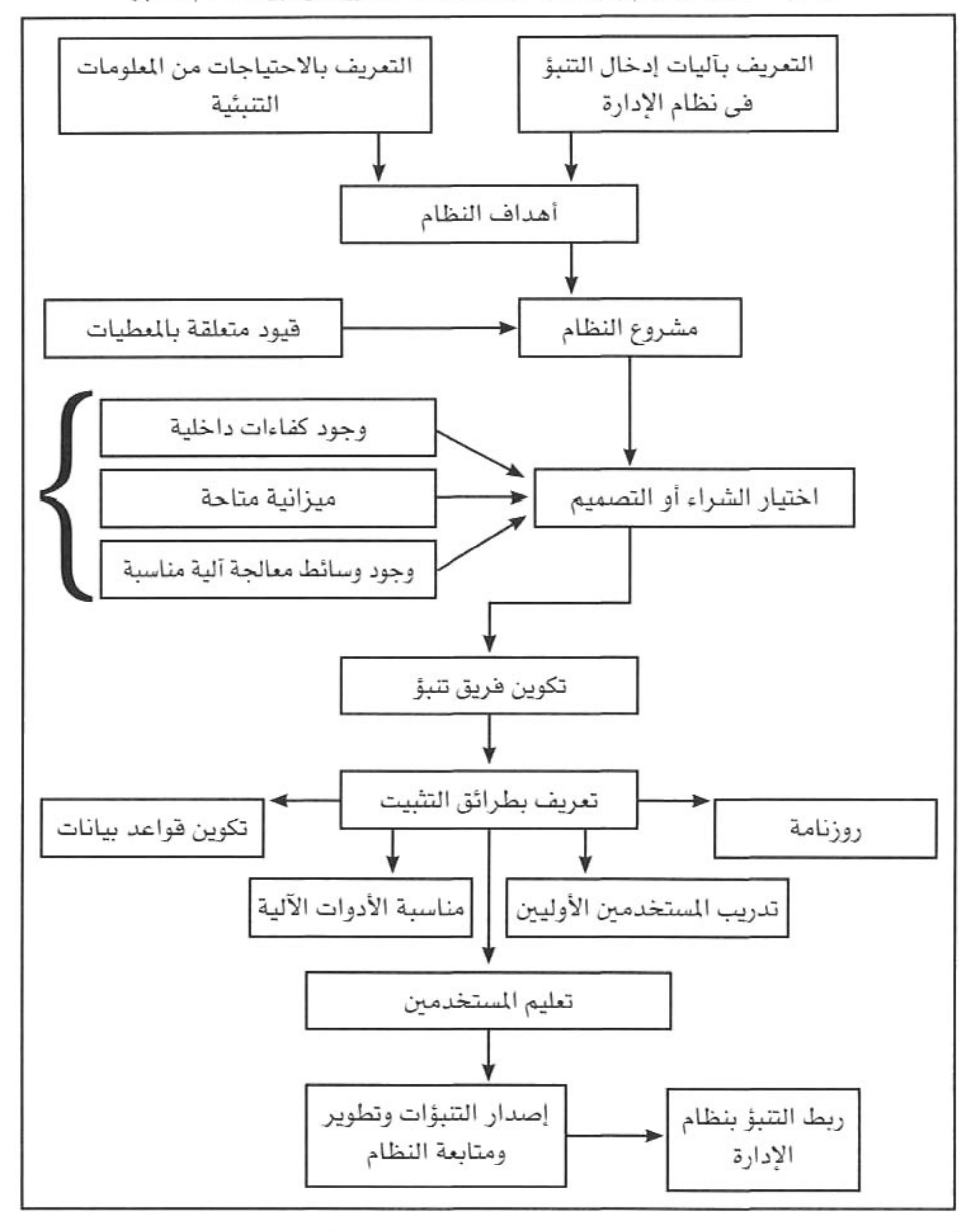
يتم عادة تقدير تكلفة اقتناء نظام التنبؤ بشـــكل غير دقيق، وذلك لأن هذه التكلفة تشـــمل شقين: منها ما هو داخلى (رواتب الفريق، تكاليف المعالجة الآلية، ...)، ومنها ما هو خارجى (مكتب استشارى، شراء البرنامج، تدريب، ...)[١]. ويتم تقدير التكاليف الداخلية بشكل هامشى كونها معتبرة تكاليف ثابتة فى بنود الميزانية وتُعطى قيمة أقل مـــن حقيقتها رغم كونها تمثل الجزء الأكبر. أمـــا التكاليف الخارجية فتقيم كما هى بمجمل تفاصيلها، ومن ثم فإن المقارنة بين التكاليف الداخلية والخارجية تكون لمصلحة الداخلية كونها الأقل. وقد يحصل أن تخصص منشـــأة ما مبلغاً يعادل (١٠٠٠٠) يورو نفقات خارجية لاقتناء نظام للتنبؤ، وفى الوقت نفســـه تنفق ضعفين أو ثلاثة أضعاف هذا المبلغ نفقات داخلية للحصول على النتائج نفسها!

---

(١) أسعار البرمجيات المتعلقة بالتنبؤ معروضة على موقع الإنترنت.

لتلخيص مفردات هذه الفقرة، فقد عرضنا فى الرسم التوضيحى رقم (٤) مختلف الخطوات لتعريف وتثبيت نظام التنبؤ.

الرسم التوضيحى رقم (٤) المراحل المختلفة لتعريف وتثبيت نظام التنبؤ



٤- البحث عن العوامل التفسيرية ومصادر المعلومات:

بشكل مواز لعملية تثبيت نظام التنبؤ يُطرح موضوع البحث عن المتغيرات التفسيرية وبشكل خاص فى المجال الصناعى. ولهذا السبب فقد قررنا أن نضع فى نهاية هذا الفصل قسماً يتعلق بمعالجة أنماط المعطيات الاقتصادية ومصادر المعلومات الإحصائية.

٤-١- تصنيف المعطيات:

- معايير المفاضلة بين المعطيات:

يمكن للمعطيات أن تكون كاملة exhaustives تغطى المجتمع الإحصائى بمجمله، أو قد تكون جزئية مأخوذة من عملية استطلاع للرأى sondage أو بواسطة عينة من المجتمع الأم. بالنسبة للنوع الأول يتم جمع البيانات لإجمالى المجتمع فى حين أن مفردات النوع الثانى تكون مأخوذة بواسطة عينة ممثّلة للمجتمع الذى سُحبت منه ومثالها البيانات المتعلقة بمجموعات الاختبار Panels من المستهلكين أو من الموزعين، التى سبق أن تحدثنا عنها.

كما يمكن للمعطيات أن تكون مختلفة تبعاً للأزمنة الفاصلة بين مفرداتها (دورية المعطيات périodicité) فقد تكون يومية، أسبوعية، نصف شهرية (مرتين بالشهر)، شهرية، نصف فصلية (مرة كل شهرين)، فصلية (مرة كل ثلاثة أشهر)، نصف سنوية وسنوية. أما المحتوى contenu فهو يمثل بعض القياسات الأساسية للبيانات كنوع النشاط (إنتاج، استهلاك، تسليم بضائع، طلبيات، سجل الطلبيات، ...)، السعر، المخزون، الاستيراد، التصدير، ... إلخ. كذلك هناك الوحدة الأساسية للإحصاء unite de base d'une statistique التى يمكن أن تكون رقماً قياسياً أساسه (١٠٠) فى تلك السنة، أو وحدة حجم أو وحدة نقدية، وهذه الوحدة الإحصائية قد تكون خاماً أو مصححة من أيام العمل الفعلية CJO، أو من التقلبات الفصلية CVS، ويختلف التفسير حسب الوحدة الإحصائية المستخدمة.

كما يمكن أن تختلف البيانات حسب الامتداد الجغرافى الذى تغطيه، فهناك البيانات الداخلية على مستوى المنشأة والبيانات الخارجية التى غالباً ما تكون معدة على المستوى الوطنى. ولا بد هنا من التساؤل فيما إذا كانت البيانات الخارجية تشمل فرنسا فقط أو المناطق أو الأراضى ما بعد البحار (المستعمرات). ولذلك فإنه ليس هناك من توافق بين الامتداد الجغرافى النظرى وبين ما يغطيه فعلاً التجميع الإحصائى للبيانات من وجهة النظر الإقليمية. وهذه الخلاصة تبقى صحيحة بالنسبة

للكثير من المعطيات الداخلية، فالمنشأة التى تعتبر نفسها من المرتبة الوطنية، ولكن ليس لديها أنشـطة حقيقية إلا على نصف الأراضى الفرنسية، فإنها لا تجرى إلا إحصاءات محلية. ومن ثم فمن المفضل اللجوء إلى استخدام السلاسل التفسيرية المحلية وغالباً ما تكون موجودة، ولكن نادراً ما تكون منشـورة. أخيراً، يشـار إلى أن التقسـيمات الجغرافية الرسمية لا تتطابق أبداً مع التقسيمات الخاصة بالمنشأة.

- **معايير الاختيار:**

المعيـار الأول لاختيـار المعطيات يتعلق بشـرط وضوح تحليـل الانحرافات ما بين التنبـؤات والقيـم المحققة فعلاً. مبدئياً، يُعتبر التنبؤ المسـتند إلى معطيات السـوق الوحيد الذى يسمح بفصل حقيقى بين ما يمكن إرجاعه إلى تطور فى بيئة السوق وبين ما يشير إلى النجاح النسبى للمنشأة مقارنة بأهدافها. ولا يجب أن يستند التنبؤ إلى أرقام المنشأة إلا فى حالة كون معطيات السوق غير موجودة أو قليلة الثقة.

تأتى الجودة بالمعنى الإحصائى فى المركز الثانى باعتبارها معياراً من معايير اختيار المعطيـات. والحد الأدنى لطول السلسـلة المطلوب لقياس الجودة هو (٣٦) شـهراً، ويمكن أن يزداد إلى (٤) أو خمس سـنوات أى (٤٨) إلى (٦٠) قيمة شـهرية فى حال رغبنا فى دراسـة التأخيرات الزمنية لعدة أشهر، وإجراء الانحدار على ثلاثة أو أربعة متغيرات. كما يجب أن يكون هناك توافق فى دورية البيانات المستخدَمة، فليس ممكناً اسـتخدام سلسلة زمنية ذات دورية نصف سنوية لشرح التقلبات الشهرية فى المبيعات والحصول على التنبؤات على المستوى الشهرى. كما يجب أن يكون هناك تجانس بين السلاسـل المسـتخدَمة فيما يتعلق بنزع المركبة الفصلية. فإذا كانت السلسـلة المراد التنبؤ بها مخلّصة من التقلبات الفصلية أى CVS، فإن جميع السلاسـل التفسـيرية يجب أن تكون أيضاً مخلّصة من التأثيرات الفصلية.

المعيار الثالث لاختيار المعطيات يتعلق بالمجال الزمنى للتنبؤ، فالإحصائيات المتعلقة بالمتغيرات ليسـت جميعها متوافرة فى الفترات نفسها، ومن ثم يجب اختيار تلك التى يمكن الحصول عليها بشـكل سـريع. والمعيار الأخير هو المتعلق بالموثوقية، فالإحصاء الموثوق به يجب أن يكون صحيح التكوين وغير متحيز ومعنوياً ومتجانسـاً زمنياً. فقد يكون الإحصاء، على سـبيل المثال، سـىء التكوين عندما تكون النقاط المسجلة للرقم القياسـى للأسعار غير ممثّلة بشـكل جيد للإجمالى الوطنى، ومن ثم فإن قيمة ذلك المؤشر ستكون خاطئة. كما يمكن للإحصاء أن يكون متحيزاً فى حال قدّر المستجوبون مبيعاتهم دون الحد الصحيح، ويمكن هنا اسـتخدام الإحصاء المتحيز باعتباره متغيراً

تفســيرياً شرط أن يكون التحيز منتظماً على إجمالى السلسلة الزمنية. وحتى لو كان الإحصــاء صحيــح التكوين وغير متحيز فقد يكون غير معنــوى، أى لا يمثل الظاهـرة المفترض تمثيلها. فموافقات السكن التى تعتبر متغيراً تفسيرياً مهماً للمنتجات المتعلقة بالبناء، تتعلق برخص البناء التى تخضع فيما بعد لفترة زمنية محددة لبدء المباشــرة. وبمـا أن فترة الإنجاز متغيرة وليس هناك من علاقة مباشــرة بين موافقة البناء وبين البناء الفعلى، فإن هذا النمط من الإحصاء لا يستخدم بشكل مباشر.

عموماً، يجب أن تكون المعطيات معرّفة ومنظّمة بواسطة قائمة تضم تعريفاً واضحاً لهــذه المعطيات. ولهــذه القائمة أهمية كبرى لأنها تمكننا من وضع جميع السلاســل الزمنية المستخدمة فى نظام واحد معد للتنبؤ. وهنا لا بد من الإشارة إلى التمييز بين المعطيات من ناحية كونها:

- معطيات داخلية خاصة بالمنشأة.
- معطيات خارجية مأخوذة من خارج المنشأة.

ويمكننا إجراء تجانس بين مكونات قائمة تعريف المعطيات المســتخدمة بالمنشــأة مــع القوائم الموجودة فى أماكن أخرى. فيمكننا على ســبيل المثال، من أجل المعطيات الخارجية، اللجوء إلى قوائم التعريف المعدة من قبل المعهد الوطنى للإحصاء وللدراسات الاقتصادية Insee أو الأخذ بالإحصاءات السابقة المعدة على مستوى المنشأة. وللحفاظ على خصوصية منتجات المنشــأة، يجب أن تكون السلاسل الزمنية المستخدمة مزودة بقائمة مصطلحات أصلية خاصة بها.

٤-٢- مصادر المعطيات:

- المنظمات المتخصصة بتجهيز البيانات الإحصائية:

تعتبر منشــورات المعهد الوطنى للإحصاء وللدراسات الاقتصادية Insee والمكاتب الإقليمية التابعة لها المصدر الأســاس فى الحصول على المعطيات اللازمة للتنبؤ على مســتوى فرنسا، وهذه المنشورات تُمكننا بســهولة من التعرف على طريقة تجهيز هذه البيانات من ناحية طريقة جمع البيانات المستخدَمة ومستوى الدقة المعمول به، وكذلك دوريــة المعطيات المتبعة. أمــا المعطيات الاقتصادية والماليــة الخاصة بأوربا، فيمكن الحصول عليها من خلال المركز الفرنســى للتجــارة الخارجية DAFSA، ومن خلال قواعد المعطيات المتوافرة على أقراص ليزرية مدمجة، وكذلك من خلال الاستفادة من شبكة الإنترنت. ويقوم بنك فرنسا بنشر بيانات شهرية عن المعطيات النقدية، فى حين

يقوم المجلس الوطنى للاقتراض Conseil National du Crédit بنشر الإحصاءات المالية والمصرفية بشكل سنوى. وعلى المستوى الأوربى، يقوم المركز الأوربى للمعطيات الإحصائية Euro stat (فى لوكسمبورغ) وكذلك OCDE بتجهيز المعطيات الاقتصادية على مستوى الدول الصناعية. كذلك هناك صندوق النقد الدولى FMI الذى يقوم بنشر الإحصاءات المالية الدولية للدول الأعضاء به وبشكل شهرى وسنوى. ونشير هنا إلى أن الكثير من المعطيات التى كانت، فى بداية العام ١٩٨٠م، غير متاحة إلا لبعض المنشآت والجهات الحكومية، أصبحت الآن متاحة عبر شبكة الإنترنت أو عبر الأقراص الليزرية المدمجة.

- استطلاعات الرأى حول الوضع الاقتصادى العام:

تستند هذه الاستطلاعات إلى بعض الصياغات المعدة من قبل المسئولين فى الوسط المهنى ومن قبل المنشآت والموزعين بهدف معرفة الآراء حول تطور العناصر الأساسية لنشاط المنشأة مثل السؤال عن الاتجاه العام المحتمل للإنتاج خلال الـ (٣) أو (٤) أشهر القادمة، حيث يكون للمستجوب إحدى الخيارات التالية: «+»، «=» أو «-». وهذه الإجابات الفردية يتم التعامل معها فيما بعد كونها تمثل الرأى العام المتوسط لقطاع النشاط بأكمله وليس لمنشأة واحدة. ونستخدم هنا الرصيد الجبرى فى الإجابات للنسب المئوية للصناعات التى أجابت بأحد الخيارين «+» أو «-» ويكون الفرق، على سبيل المثال، لصالح «-» فى حال كانت نسبة الإجابات السلبية أكبر من الإيجابية. ولكى نأخذ بعين الاعتبار الأهمية النسبية للمنشآت حسب حجمها، فقد تم تثقيل الإجابات تبعاً لحجم المنشأة. وهكذا فإن الإجابات المتعلقة بحركة الاتجاه العام للإنتاج المتوقع قد تم تثقيلها برقم الأعمال فى حين أن الإجابات المتعلقة بالتصدير يتم تثقيلها بأرقام التصدير.

الفصل الحادى عشر
تقييم واختيار طرائق التنبؤ

يعالــج هذا الفصــل الأخير فى جزئــه الأول تقييم جودة التنبــؤ. وقد يبدو هذا الموضوع مبتذلاً إلا أنه فى حقيقة الأمر ليس كذلك، فغالباً ما تواجه المنشآت صعوبات كبيــرة فى إجــراء قياس موضوعى لجودة التنبؤ وهذا القيــاس يتم عبر عدة مراحل. تتضمن المرحلة الأولى تحديد معايير محددة تســمح بتقييم دقة التنبؤ للســلعة المراد التنبــؤ بحجم مبيعاتها (الفقرة ١) ومن ثم اقتراح طرائــق تركيبية لتقييم جودة التنبؤ للمنشــآت التــى تدير عــدداً كبيراً من الســلع (الفقرة ٢). ونعرض فــى الفقرة (٣) إجراءات تقييم جودة التنبؤ.

نعالــج فى الجزء الثانى من هذا الفصل نقطة أخرى تكتســب أهمية كبرى وتتعلق بالاختيــار الأفضل لطريقة التنبؤ، وذلك قبل البدء بعملية تثبيت نظام التنبؤ. وهناك عدة محاولات لتحديد طريقة الاختيار، وهى عامة ولا تتعلق بنمط محدد من المعطيات أو بقطــاع معين أو مجال زمنى ما. نعــرض، فى الفقرة (٤) من هذا الفصل، مختلف المحاولات المدروسة للمقارنة بين مختلف الطرائق ونضع تقييماً رقمياً لها.

الفقرة (٥) ســتكون مخصصة لمقارنة المزايا والســلبيات للتقنيات الأساسية للتنبؤ وفــق معايير الجودة. فالطرائق المســتخدمة لا تقارن بشــكل كامــل فيما بينها لأنها مصممة لتطبيقات ولمجالات زمنية غير متشابهة.

١- قياس الجودة لتنبؤ ما:

١-١- مؤشرات القياس:

هناك عدد كبير من المؤشــرات[1] المستخدمة لتقييم جودة التنبؤ ونعرض هنا فقط المؤشرات الأكثر أهمية:

- **الخطأ النسبى بالنسبة للفترة t (ER_t)**:

ويعبر عنه على النحو التالى:

$$ER_t = \frac{|x_t - \hat{x}_t|}{x_t} \times 100$$

(١) العودة إلى Bourbonnais et Terraza, chapitre ٧،١٩٩٨.

حيث:

x_t: القيمة المحققة فى الفترة t.

$\hat{x}_t$: القيمة المتنبأ بها للفترة t.

تســـمح هذه الطريقة البسيطة والتقليدية بإعادة حساب الخطأ فى كل مرة يتوافر فيها قيم محققة جديدة تسمح بحساب الانحرافات.

- **مؤشر متوسط الانحرافات المطلقة** Mean Absolute Deviation:

فى حال أردنا الحصول على مؤشر تركيبى يعالج مجموعة مكونة من T فترة تنبؤ، فإننا نحسب القيمة المتوسطة لانحرافات الأخطاء بالقيمة المطلقة. وتعرّف هذه القيم فى اللحظة t على النحو التالى:

$$MAD_t = \frac{\sum_{i=t-T+1}^{t} |EPS_i|}{T}$$

حيث: $EPS_i = x_i - \hat{x}_i$

- **مؤشر تباين خطأ التنبؤ** (Mean Squared Error, MSE):

للأخـــذ بعين الاعتبار للأخطاء الكبيرة فى أثناء إجراء التنبؤ مع تجاهل إشـــارتها، فإننا نستخدم مؤشر تباين خطأ التنبؤ المعرّف فى اللحظة t بالعلاقة التالية:

$$MSE_t = \frac{\sum_{i=t-T+1}^{t} EPS_i^2}{T}$$

الجذر التربيعى لهذا المؤشر أى $\sqrt{MSE}$ يشابه الانحراف المعيارى لخطأ التنبؤ غير المتمركز على متوسطه. وقيمته من ثم تعطى بعداً للمخزون الاحتياطى[1] من السلعة المدروسة.

- **مؤشر مقارنة الأداء لتنبؤين، استخدام مؤشر** (U) **لـ** Theil[2]:

يقارن هذا المؤشر التنبؤ المستخدم فى المنشأة مع طريقة أخرى بسيطة للتنبؤ تقضى بأخذ القيمة الأخيرة المحققة باعتبارها تنبؤاً جديداً. وهو يعرف فى اللحظة t بالعلاقة التالية:

---

(١) العودة إلى ١٩٩٥ Bourbonnais et Vallin.

(٢) ١٩٦٦ Theil.

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=T-1}(CRP_{i+1} - CRR_{i+1})^2}{\sum_{i=1}^{i=T-1}(CRR_{i+1})^2}}$$

حيث:

T: عدد فترات التنبؤ (مثال=١٢).

CRP: التغير النسبى المتوقع (مثال=+٢ , ٥٪).

CRP: التغير النسبى الحقيقى (مثال=+٢ , ٣٪).

يمكن تلخيص آلية تفسير قيمة المؤشر U على النحو التالى:

$U = 1$: هذا يعنى أن التنبؤ المستخدم يعادل التنبؤ البسيط الذى يقضى باعتبار القيمة الأخيرة المحققة قيمة تنبؤية.

$U < 1$: التنبؤ المستخدم أفضل من الطريقة الأخرى وتتحسن قيمته كلما اقتربت قيمة المؤشر U من الصفر.

$U > 1$: تقنية التنبؤ المستخدمة ليست جيدة وأكثر سوءًا من الطريقة البسيطة المشروحة سابقاً.

١-٢- التحيز فى التنبؤ:

هناك معيار آخر من معايير الحكم على جودة التنبؤ يتعلق بمقدار التحيز فى هذا الأخير. والتحيز فى التنبؤ يجب الكشف عنه بشكل سريع لأنه يمكن أن يولد مع مرور الزمن إما فائضاً فى المخزون من السلعة المراد التنبؤ بها أو نقصاً فيه. بالإضافة إلى المعيار AWS الذى سبق أن استعرضناه فى الفصل الثالث، وهو ما يمكننا من خلاله الكشف عن الانقطاعات فى حركة الاتجاه العام أى وجود تحيزات، سنعرض هنا اختبارين إحصائيين للغاية نفسها.

فى الاختبار الأول نعرّف ثم نقدّر نموذج الانحدار التالى:

$$x_t = a_0 + a_1\,\hat{x}_t$$

حيث تمثل x_t القيمة الملاحظة فى الزمن t و $\hat{x}_t$ القيمة المتوقعة فى الزمن t.

فـإذا كان المعامل a_0 مختلفـاً معنوياً عن القيمة صفر، فهذا يعنى وجود تحيز ما فى التنبؤ. فى الواقع، يجب أن تكون قيمة المعامل a_0 معدومة (أى غير مختلفة بشكل معنوى عن القيمة صفر) فى حال كانت التنبؤات بالمتوسط مساوية للقيم المحققة فعلاً.

المثال التالى يوضح هذه الطريقة. ليكن لدينا النموذج التالى:

$$x_t = \underset{(0.42)}{2.32} + \underset{(9.52)}{0.931}\, \hat{x}_t$$

$$R^2 = 0.91$$

$$T = 18$$

$$(.)\ t\ de\ Student$$

العدد (١٨) يمثل عدد فترات التنبؤ. ويلاحظ أن المعامل a_0 ليس مختلفاً بشكل معنوى عن القيمة صفر؛ وذلك لأن $t^* = 0.42 < t_{16}^{0.05}$، ومن ثم فإن التنبؤات ليست متحيزة.

فى الاختبار الثانى نحسـب النسـبة مـا بين الجذر التربيعى للمؤشـر MSE إلى المتوسط الحسابى لأخطاء التنبؤ على T فترة:

$$\frac{\sqrt{MSE_t}}{\overline{EPS}}$$

حيث:

$$\overline{EPS} = \frac{\sum_{i=t-T+1}^{t} EPS}{T}$$

ومن ثم نقارن هذا المؤشـر مع الجذر التربيعى لـ T المقسـومة على (٢) أى يكون لدينا الاختبار التالى:

فى حال تحقق $\frac{\sqrt{MSE_t}}{\overline{EPS}} \geq \frac{\sqrt{T}}{2}$ فإنه من غير المحتمل وجود تحيز فى التنبؤ.

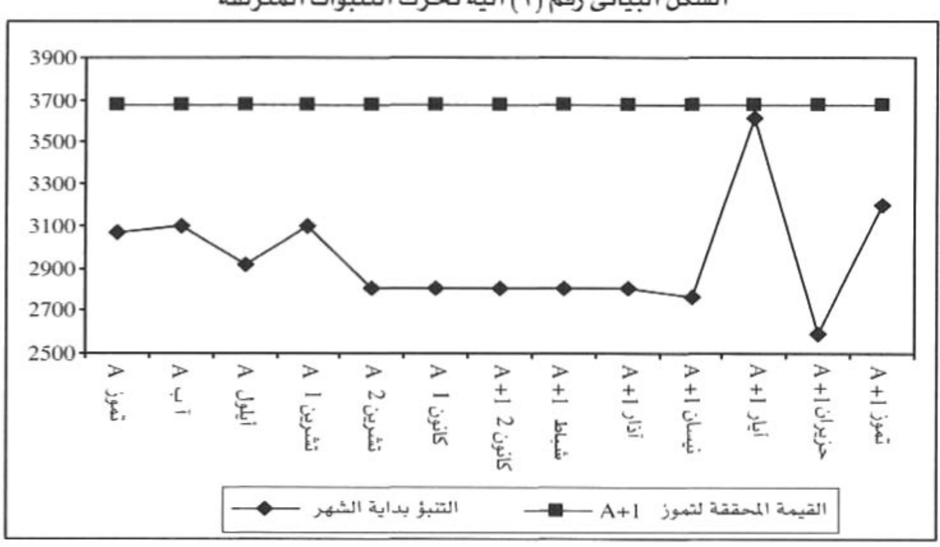
١-٣- تقارب التنبؤ:

يتعلق السـؤال هنا بالتحسـن الذى يحصل على جودة التنبؤ كلما اقتربنا من تاريخ حصـول البيع الفعلـى. ومن الناحية النظرية، يعتبر إجراء التنبؤ الآن للشـهر القادم

أسهل من إجرائه (١٢) مرة على مدى (١٢) شهراً. فمن أجل شهر محدد، يكون هناك عدة تنبؤات «منزلقة»، فهناك التنبؤ المحسوب منذ (١٢) شهراً، ثم ذلك المحسوب منذ (١١) شهراً، وهكذا إلى أن نصل إلى التنبؤ المحسوب منذ شهر واحد فقط قبل تاريخ حصول البيع المحقق للشـــهر المراد التنبؤ به. وهكذا فإننا خلال الـ (١٢) شهراً، يكون لدينا (١٢) تنبؤاً متتابعاً ومختلفاً للشـــهر نفســـه. ومن ثم من المفيد تحليل آلية تطور هذه التنبؤات كلما اقتربنا من تاريخ التحقق الفعلى للبيع. والتنبؤ الشـــديد التقلب من فترة إلى أخرى يؤدى إلى تشـــويه فى العملية الإنتاجية عبر التعديلات المســـتمرة فى البرنامج الإنتاجى من ناحية الموارد البشرية والمواد الأولية. لذلك يجب علينا التساؤل حول تقارب التنبؤ أى درجة التحســـن فيه كلما اقتربنا من تاريخ الاســـتحقاق الفعلى للقيمة المراد التنبؤ بها.

يبين لنا الشكل البيانى (١) آلية هذا التقارب انطلاقاً من مثال حقيقى يتعلق بمنتج للسيارات (التنبؤ بعدد السيارات المسجلة من نوع محدد). تفسير هذا التقارب هو على النحو التالى: الخط المستقيم فى أعلى الرسم يمثل أعداد السيارات المسجلة فعلاً فى شـــهر تموز من العام A + ١ (العدد المســـجل فعلاً من الموديل المعتبر هو ٣٦٨٠ سيارة)، الخط المنكسر يمثل مختلف التنبؤات المحسوبة لشهر حزيران من العام A + ١، أى تلك المحســـوبة فى بداية شهر حزيران من العام A والمساوية إلى ٣٢٠٠ سيارة ومروراً بتلك المحسوبة فى بداية شهر حزيران من العام A + ١ والمساوية لـ (٢٦٠٠) سيارة حتى تلك المحسوبة فى بداية تموز للعام A + ١ والمساوية لـ (٣٠٧٠) سيارة.

الشكل البيانى رقم (١) آلية تحرك التنبؤات المنزلقة



نلاحظ أن مختلف التنبؤات المحســوبة من تموز من العام A إلى نيســان من العام ١ + A تتباعد عن القيمة المحققة. كما نلاحظ أن التنبؤ المحســوب فى شهر أيار من العام ١ + A قريب جداً من القيمة الفعلية المحققة، ولكن ســرعان ما يبتعد عن هذه القيمة فى الشهر التالى (حزيران)، وأخيراً يعود التنبؤ إلى اتجاهه الصحيح مع بداية شهر تموز من العام نفسه. يمكننا ملاحظة التالى:

- أن التنبؤ فى تموز عام ١ + A ليس أفضل جودة من التنبؤ فى تموز من العام A.
- أن المتنبأ بعد أن اقترب بشدة من القيمة الفعلية عاد وانحرف عنها مجدداً.
- أخيراً إن سعة التقلبات فى التنبؤ على مدى الأربعة أشهر الأخيرة كانت كبيرة.

هذه الظاهرة غالباً ما تحصل فى المنشــأة كلما اقتربنــا من تاريخ التحقق الفعلى للقيمة المتنبأ بها حيث يصبح المتنبئ مضطرباً ويفقد بعضاً من موضوعيته ويبتعد عن القيمة التى سبق أن حصل عليها.

١-٤- الكشف عن أسباب الخطأ:

يقترح بعض الباحثون (Granger et Newbold, ١٩٧٣ ،Jorgenson, ١٩٧٠ ،Theil, ١٩٧١) قياس الأهمية النسبية لكل مصدر من مصادر الخطأ التربيعى المتوسط: تحيز، سعة أو شدة الخطأ، مركبة عشوائية بحتة.

نفترض التالى: $E = (\bar{x} - \bar{\hat{x}})^2 + \sigma_{\hat{x}}^2 + \sigma_x^2 - 2\,\rho\,\sigma_{\hat{x}}\,\sigma_x$

حيث:

$\bar{x}$: المتوسط الحسابى للقيم المحققة فعلاً.

$\bar{\hat{x}}$: المتوسط الحسابى للقيم المتنبأ بها.

σ_x^2: تباين القيم المحققة فعلاً.

$\sigma_{\hat{x}}^2$: تباين القيم المتنبأ بها.

ρ: معامل الارتباط بين القيم المحققة والقيم المتنبأ بها.

ولكى يكون الخطأ التربيعى للتنبؤ فى حدوده الدنيا، يجب تحقق الشروط التالية:

$\bar{x} - \bar{\hat{x}} = 0$ (تنبؤ بدون تحيز) و $\rho\,\sigma_x = \sigma_{\hat{x}}$.

فــى حال كانت $\rho = 1$، فإن الانحــراف المعيارى للتنبؤات والانحراف المعيارى للقيم المحققة يكونان متطابقين.

يمكننا كتابة العلاقة الأساسية السابقة بطريقة أخرى، على النحو التالى:

$$E = (\bar{x} - \bar{\hat{x}})^2 + (\sigma_{\hat{x}} - \rho\, \sigma_x) + (1 + \rho^2)\, \sigma_x^2$$

$$E = EB + EA + ER$$

حيث:

$EB = (\bar{x} - \bar{\hat{x}})^2$: المركبة المتعلقة بالتحيز.

$(EA = (\sigma_{\hat{x}} - \rho\, \sigma_x)$: المركبة المتعلقة بسعة الخطأ.

$ER = (1 - \rho^2)\, \sigma_x^2$: المركبة العشوائية.

الغاية إذن من متابعة الانحرافات فى نظام التنبؤ هى حذف الـ EB (التحيز)، ومن ثم تقليص EA (سعة الخطأ)، ثم إجراء تحسين متتالٍ فى جودة النموذج المستخدم للتنبؤ.

١-٥- ما هو خطأ التنبؤ المسموح به؟

غالباً ما تطرح المنشآت هذا السؤال، وقد تصيغه بأشكال مختلفة مثل:

هل يعتبر خطأ التنبؤ المساوى لـ(١٥٪) مقبولاً؟

كيف نحدد هدف الجودة للتنبؤ؟

كيف نحدد بشكل مسبق النتائج المنتظر الحصول عليها؟

ترتبط الجودة المنتظرة من التنبؤ بشكل شديد بقطاع النشاط الممارس وبالصعوبة الأساسية المتعلقة بالتنبؤ لتلك السلعة (أى التباين فى السلسلة المدروسة). فعلى سبيل المثال، يعتبر خطأ التنبؤ المساوى لـ (٥٪) كبيراً بالنسبة لسلعة من منتجات الاستهلاك الكبير، فى حين يعتبر خطأً مقبولاً بالنسبة لسلعة من سلع القطاع الصناعى.

من أجل ذلك، نعرض هنا تقنية تستند إلى استخدام معامل الاختلاف الذى سبق أن تعرضنا له فى الفصل الثانى.

يقيس معامل الاختلاف CV صعوبة إجراء التنبؤ بسلعة ما. فكلما كانت قيمته مرتفعة، دل ذلك على وجود تباين كبير للسلسلة منسوباً إلى متوسطها ومن ثم صعوبة فى إجراء التنبؤ. ويجب الانتباه هنا إلى أنه من الممكن لمركبة فصلية واضحة أن تزيد من قيمة معامل الاختلاف بشكل اصطناعى، ولهذا السبب من المفضل التعامل مع السلاسل المخلصة من التأثير الفصلى أى CVS. طريقة حساب هذا المعامل هى التالية:

- تقدير السلسلة المخلصة من التأثيرات الفصلية أى CVS.
- حساب معامل الاختلاف CV_{CVS} للسلسلة المصححة فصلياً.

فــإذا كان لدينا، على ســبيل المثال، $CV_{CVS} = 0.12$، فإن مجال التقلب الأساســى لمبيعات هذه السلعة يكون ضمن 12% ±، ويمكن تحديد الخطأ المسموح به للتنبؤ بهذه الســلعة بتقســيم القيمة الســابقة على (٢) أى (٦٪)، وهذا الفرق بين القيمتين يمثل مقدار مساهمة كلٍّ من المتنبأ والنموذج المستخدَم.

هذه العملية البســيطة جداً تسمح للمنشآت بوضع هدف مسبق لجودة التنبؤ الذى ترغب فيه.

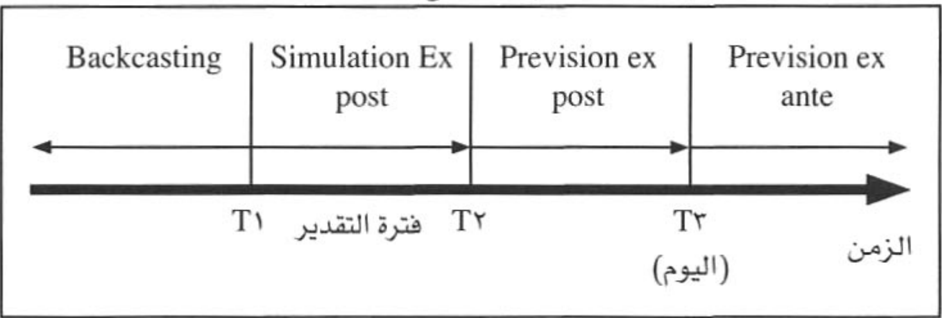
١-٦- المحاكاة La simulation:

هناك وســيلة أخرى للتحقق من جودة التنبؤ وتقضى بإجراء عمليات المحاكاة على السلاسل المتنبأ بها. ويجب الحذر فى تفسير نتائج المحاكاة كون هذه العمليات تتعلق بنمط المحاكاة المتبع.

- الأنواع المختلفة للمحاكاة:

تتوافــر أنماط مختلفة من المحاكاة (انظر الرســم التوضيحى رقم ١). فى الرســم (١)، تمثــل $T1$ و$T2$ أزمنة بداية ونهاية الفترة التى تم تقدير النموذج عليها، و$T3$ تمثل التاريخ الحالى.

الرسم التوضيحى رقم (١) الأنواع المختلفة من المحاكاة



النــوع الأول من المحاكاة هو المحاكاة التاريخيــة أو *Simulation ex post* وفيه يتم الأخذ بعين الاعتبار إجمالى سلســلة المبيعات التى نرغب فى التنبؤ بها، أى من الزمن

$T1$ إلى الزمن $T2$ بالطريقة نفسها للمتغيرات التفسيرية المستخدمة. فبعد تقدير معاملات النموذج، يتم إجراء محاكاة للتنبؤات على المسار الزمنى السابق نفسه. وهذا النوع من المحاكاة يعطى قليلاً من المؤشرات حول الجودة الحقيقية المنتظرة من التنبؤ[1]. فالهدف الإحصائى لتقدير النموذج، كما هو معروف، هو تخفيض مجموع أخطاء التنبؤ إلى الحد الأدنى، فى حين أن هذا يسمح بالتحقق فقط من عمل الخوارزمية المستخدمة بشكل صحيح.

النوع الآخر من أنواع المحاكاة هو محاكاة التنبؤ prevision *ex post* ويستلزم إجراء محاكاة للنموذج بعد فترة التقدير المعتبرة، ويكون هناك جزء من معطيات السلسلة المعلومة لم يُستخدم لتقدير معالم نموذج التنبؤ، ولكن سيُستفاد منه فى مقارنة التنبؤات الناتجة من عملية التقدير مع القيم الأخرى المحققة وغير المستخدمة فى عملية التقدير. تسمح هذه الطريقة بتصنيف النتائج المنتظرة بدلالة الجودة وتشكل اختباراً حقيقياً قابلاً للتفسير.

هناك أيضاً النوع المسمى "*backcasting*" وفيه يتم التنبؤ نحو الماضى، فانطلاقاً من نموذج مقدر على الفترة من $T1$ إلى $T2$، نقوم بالتنبؤ للسنوات السابقة. والفائدة من هذه الطريقة، رغم قلة استخدامها عملياً، ليست قليلة. فهى تسمح باختبار الثباتية الديناميكية للنموذج المستخدم فى التنبؤ عندما يتحرك باتجاه معاكس نحو الوراء بدلاً من السير نحو الأمام.

أخيراً، هناك التنبؤ *ex ante* الذى يتعلق بإجراء التنبؤ لفترة غير معلومة.

٢- تقييم جودة التنبؤ لعدة سلع معاً:

يتم استخدام العلاقات المشروحة فى الفقرات السابقة عند التنبؤ بسلعة واحدة معينة. ولكن الكثير من المنشآت تتعامل مع عدد كبير من السلع، ومن ثم تبرز الحاجة إلى قياس جودة التنبؤ على مستوى كل السلع مجتمعة.

كما أن تقييم الخطأ على أساس النسب المئوية ليس له دائماً معنى، فالخطأ بنسبة (٥٪) بالنسبة لسلعة مقدرة مبيعاتها وسطياً بـ (١٠٠٠٠٠) وحدة سنوياً أخطر من خطأ التنبؤ (٥٠٪) لسلعة لا تتجاوز مبيعاتها (٥٠) وحدة سنوياً (لواحدات قابلة للمقارنة).

(١) رغم استخدامه بشكل واسع.

٢-١- حساب مؤشر ترجيحى:

للتخلص من السلبيات السابقة، نقترح هنا تقنية أولية تسمح، من خلال قراءة رقم بسيط، بإعطاء مؤشر تركيبى لجودة التنبؤ.

تعتمد هذه الطريقة على حساب مجموع جداءات أخطاء التنبؤ المثقلة (المرجحة) بالحجم أو برقم الأعمال.

يوضح الجدول رقم (١) طريقة الحساب.

الجدول رقم (١) حساب مؤشر مرجح بالحجم وبرقم الأعمال (الملف: *C11EX1.XLS*)

	سلعة ١	سلعة ٢	سلعة ٣	سلعة ٤	سلعة ٥	سلعة ٦	سلعة ٧	سلعة ٨
التنبؤ	٣٤٥٠	٨٦٩	٩٠٠	٤٣٠٩	٣٣٠٠	٢١٠٠	٧٠	٣٢٠
المحقق	٣٤٧٧	٨٥٨	٩١٩	٥٠٧٤	٢٧٧٤	٢٩١٩	١٣٤	٢٠٠
الانحراف	-٠,٧٨٪	١,٢٨٪	-٢,٠٧٪	-١٥,٠٨٪	١٨,٩٦٪	-٢٨,٠٦٪	-٤٧,٧٦٪	٦٠,٠٠٪
الانحراف المطلق	٠,٧٨٪	١,٢٨٪	٢,٠٧٪	١٥,٠٨٪	١٨,٩٦٪	٢٨,٠٦٪	٤٧,٧٦٪	٦٠,٠٠٪
رقم الأعمال	١٤٠٠٠	١٦٠٠٠	٢٠٠٠٠	١٥٠٠٠	٨٠٠٠	١٧٠٠٠	١٥٠٠٠	٢٢٠٠٠
رقم الأعمال المرجح	١٠٩	٢٠٥	٤١٣	٢٢٦٢	١٥١٧	٤٧٧٠	٧١٦٤	١٣٢٠٠
الحجم المرجح	٢٧	١١	١٩	٧٦٥	٥٢٦	٨١٩	٦٤	١٢٠

فى أعمدة الجدول السابق تظهر السلع المدارة من قبل المنشأة وعددها ثمانية وفى الأسطر تظهر خطوات الحساب. فى الأسطر الخمسة الأولى لا يوجد أى مشكلة، ونعرض هنا فقط الشرح للسطرين الأخيرين:

- رقم الأعمال المرجح (السطر ٦) = رقم الأعمال (السطر ٥) X الانحراف المطلق (السطر ٤).

- الحجم المرجح (السطر ٧) = القيم المحققة (السطر ٢) X الانحراف المطلق (السطر ٤).

ومن ثم فإن مؤشر جودة التنبؤ المثقل برقم الأعمال يساوى مجموع السطر (٦) ومقسم على مجموع السطر (٥)، أى يساوى $29640 / 127000 = 0.2334$. إذن خطأ التنبؤ المتوسط الذى يأخذ بعين الاعتبار رقم الأعمال لكل سلعة هو (٢٣,٣٤٪).

ويكون مؤشـــر جودة التنبؤ المثقل بالحجم مساوياً إلى مجموع السطر (٧) ومقسماً على مجموع السطر (٢)، أى يكون مساوياً 0.1437 = 16355 / 2351. إذن خطأ التنبؤ المتوسط الذى يأخذ بعين الاعتبار حجم كل سلعة هو (١٤,٣٧٪).

مـــن خلال مقارنة الرقمين الســـابقين لمؤشـــرى جودة التنبؤ نســـتخلص جودة أقل للتنبؤات بالنسبة للسلع ذات القيمة الواحدية المرتفعة.

تســـمح هذه المؤشـــرات المحســـوبة بشـــكل شـــهرى بمتابعة ديناميكية للتحسن أو للاختلاف الحاصل فى التنبؤ.

٢-٢- التقييم بواسطة الرسوم البيانية:

هناك طريقة أخرى للتعرف على جودة التنبؤ من خلال استخدام الرسوم البيانية. يوضح الجدول رقم (٢) آلية إنشـــاء الرسم البيانى لمؤسسة تدير (١٨) سلعة ويتضمن العناصر التالية:

- تصنيف تصاعدى للسلع حسب الخطأ النسبى للتنبؤ (٪) بالقيمة المطلقة (العمود ٤).
- حســـاب الوزن النسبى للسلعة المنسوب إلى إجمالى مبيعات المنشأة (الحجم المحقق فعلاً من مبيعات السلعة مقسوماً على إجمالى حجم المبيعات).
- المتراكم من الأوزان النسبية المرجحة (كنسبة مئوية ٪، العمود ٦).

نمثل فى الشـــكل البيانى رقم (٢) النســـب المئوية لأخطاء التنبـــؤ (العمود ٤) على محور السينات والمتراكم من الأوزان المرجحة (العمود ٦) على محور العينات.

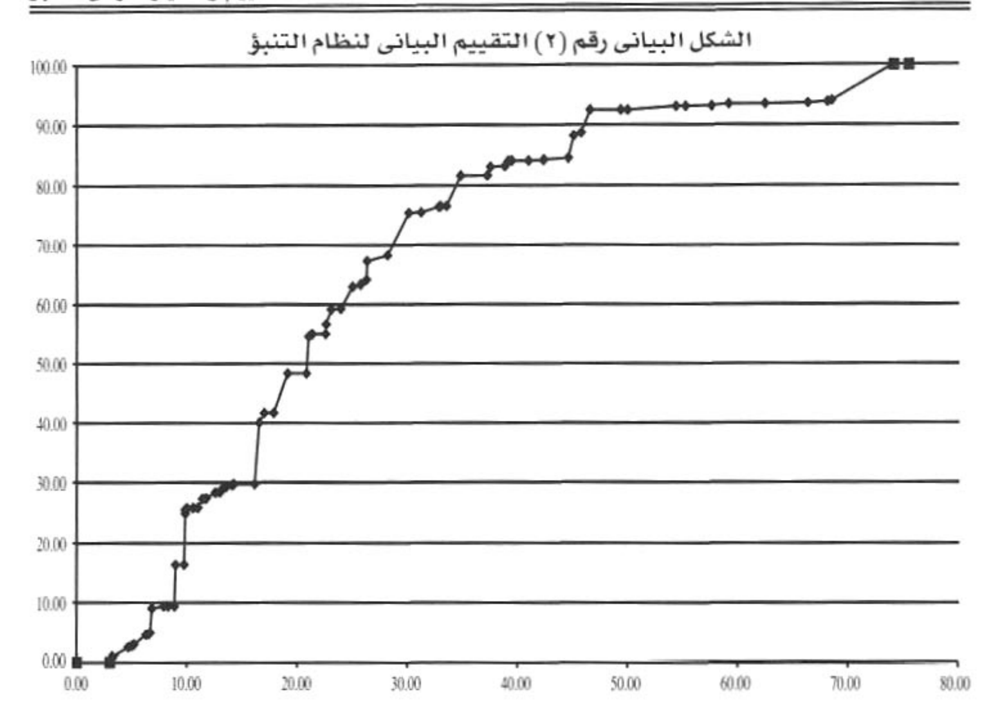
التفسير يكون على النحو التالى:

- كلما كان المنحنى متوضعاً إلى اليسار وينمو بسرعة (شكل محدب)، كانت جودة التنبؤ أفضل.
- للحكـــم على الجودة الإجمالية، يكفـــى النظر مثلاً إلى القيمة (١٠) والقيمة (٢٠) على محور الســـينات اللتين توافقان تقريباً (٢٥٪) و(٤٩٪) من حجم المبيعات المعالج. فمن أجـــل (٢٥٪) من الحجم المتنبأ به، يكون خطأ التنبؤ أقل أو يســـاوى (١٠٪)، ومن أجل (٤٩٪) (النصف تقريباً) من الحجم المعالج، يكون خطأ التنبؤ أقل أو يساوى (٢٠٪).

تفيـــد هذه التقنية فى تجنب إعطاء أهمية كبيـــرة لخطأ معزول حتى لو كان كبيراً جداً. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تطبيقها على المعطيات حســـب الحجم (بالوحدات)، كما هو الحال فى المثال المســـتخدم، وحســـب القيمة عندما يكون للسلع وحدات قياس غير متجانسة.

الجدول رقم (٢) عناصر إنشاء الرسم البيانى لتقييم الجودة (الملف: *C11EX2.XLS*)

السلعة العمود ١	القيمة الفعلية العمود ٢	المتنبأ به العمود ٣	٪ للانحراف العمود ٤	تراكم المبيعات العمود ٥	٪ من المبيعات الإجمالية العمود ٦
سلعة ١	٤٠	٤٠	٠,٠٠	٤٠	٠,٠١
سلعة ٢	٣٣	٣٤	٣,٠٣	٧٣	٠,٠١
سلعة ٣	٥٨٧٢	٥٦٨٥	٣,١٨	٥٩٤٥	٠,٨٦
سلعة٤	٩١	٨٨	٣,٣٠	٦٠٣٦	٠,٨٧
سلعة ٥	١١٠٢١	١٠٥٠١	٤,٧٢	١٧٠٥٧	٢,٤٦
سلعة ٦	١٦٨٤	١٥٩٩	٥,٠٥	١٨٧٤١	٢,٧٠
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
سلعة ٧٢	٤١٤٨	٦٤٠٤	٥٤,٣٩	٦٤٥٤٨٨	٩٣,٠٥
سلعة ٧٣	٣٨	١٧	٥٥,٢٦	٦٤٥٥٢٦	٩٣,٠٦
سلعة ٧٤	٦٨٧	٢٩١	٥٧,٦٤	٦٤٦٢١٣	٩٣,١٦
سلعة ٧٥	١٨٥٣	٢٩٥٠	٥٩,٢٠	٦٤٨٠٦٦	٩٣,٤٣
سلعة ٧٦	٤٨	٧٨	٦٢,٥٠	٦٤٨١١٤	٩٣,٤٣
سلعة ٧٧	٨٠٠	١٣٣١	٦٦,٣٨	٦٤٨٩١٤	٩٣,٥٥
سلعة ٧٨	١٥١٣	٢٥٤٤	٦٨,١٤	٦٥٠٤٢٧	٩٣,٧٧
سلعة ٧٩	١٢٩٧	٢١٨٦	٦٨,٥٤	٦٥١٧٢٤	٩٣,٩٥
سلعة ٨٠	٤١٧٧٠	٧٢٧٥٩	٧٤,١٩	٦٩٣٤٩٤	٩٩,٩٧
سلعة ٨١	١٨٠	٤٤	٧٥,٥٦	٦٩٣٦٧٤	١٠٠,٠٠



الشكل البيانى رقم (٢) التقييم البيانى لنظام التنبؤ

لقــد اعتبرنا فى هــذا المثال القيمة المطلقــة لأخطاء التنبؤ علــى اعتبار الأهمية المتماثلــة للأخطاء الإيجابية والســلبية. ولكن فى بعض المنشــآت يكون هناك أهمية أكبــر للانقطاع فى إمدادات المخزون، أى أهمية أكبر لأخطاء التنبؤ الإيجابية (القيمة المحققة للبيع > القيمة المتنبأ بها) ولذلك فإنه فى هذه الحالة من الممكن إنشاء رسمين بيانيين، واحد لأخطاء التنبؤ الموجبة والآخر لأخطاء التنبؤ السالبة.

٣- إجراءات التقييم:

٣-١- فترة الاختبار:

لا يتــم الحكم علــى نظام التنبؤ من مجــرد محاولته للمرة الأولى. وســواء كانت النتيجة إيجابية أم ســلبية، فإنه من الضرورى إجراء مزيد من التجارب لاتخاذ القرار إزاء فعاليــة هذا النظام. وهذه التجارب المتعــددة تفيد فى تجاوز مرحلة التطابق أو التصادف حتى الوصول إلى مرحلة المعنوية الإحصائية لدرجة من الدقة حقيقية.

وفترة الاختبار يجب أن لا تكون طويلة جداً بحيث تغطى فترة التنبؤ المرغوب فيها.

الحل لهذه المسـألة يتلخص فى إجراء الاختبار على الفترة التى تمثل ثلاث مرات مجال التنبؤ. على سـبيل المثال، يمكننا، من أجل التنبؤ الفصلى الذى يصدر كل ثلاثة أشـهر، حساب الانحرافات خلال فترة (١٨) شهراً، وهذا يعنى اختبار ستة إصدارات من إصدارات التنبؤ.

وفى مثال آخر يتعلق التنبؤ لمدة سـتة أشهر بقيم شهرية ويتم تحديثه فصلياً، نقترح الأسلوب التالى لفترة الاختبار: نجرى كل ثلاثة أشهر، تقييماً لجودة التنبؤ على المستوى الفردى لكل سـلعة (الفقرة ١)، وعلى المستوى التركيبى لمجموع السلع (الفقرة ٢)، وذلك باتباع خطوات شـهرية وفصلية (فقد يكون التنبؤ غير مناسـب على المسـتوى الشهرى ومناسباً على المستوى الفصلى).

يجب الحذر من التفسـير السـريع لأية نتيجة إيجابية، فقد يكون لسلسـلة زمنية خام معامل اختلاف يسـاوى (٢٠٪) (الانحراف المعيارى المعبر عنه كنسـبة مئوية من المتوسـط)، ويصبح هذا المعامل (٨٪) بعد تخليص السلسلة من التأثير الفصلى، ومن ثم فإن التنبؤ بها مع وجود خطأ تربيعى متوسط يعادل (٧٪) يعنى أن أداء التنبؤ ليس كما يجب. إذن لا يقاس إسـهام أو جودة طريقة التنبؤ بشـكل فورى، فقد يكون هناك تأثير لبعض مكونات السلسـلة على نتائج التنبؤ ومن ثم لا بد من فصل هذه المكونات، ومن ثم إجراء التنبؤ. ففى المثال السـابق نجد أن دقة طريقة التنبؤ المسـتخدمة بعد نزع المركبة الفصلية ضعيفة جداً.

بالإضافة إلى ذلك، يجب ألا تقاس جودة التنبؤ بشـكل مسـتمر، فقد يكون التنبؤ فى فترة ما خاطئاً ويشـير إلى الانخفاض فى حصة مبيعات السـوق، فى حين يشهد السـوق نمواً متسارعاً ويعود ليصبح دقيقاً خلال الأشهر الثلاثة التالية حيث تنخفض الأرقام الحقيقية للمبيعات. يمكننا القول إذن إن التنبؤ كان جيداً من خلال التشكيك باستمرارية التعديل (أى النمو) الذى حصل على مركبة الاتجاه العام ومن خلال الدور المنظِّم الذى لعبه.

٣-٢- المقارنة بين التنبؤات:

هناك عدة إمكانيات للمقارنة بين التنبؤات، والهدف هو محاولة الوصول بواسـطة التنبـؤ إلى القيم الحقيقية للمبيعـات أو المقارنة بين عدة طرائق مختلفة للتنبؤ لمعرفة الأفضل منها.

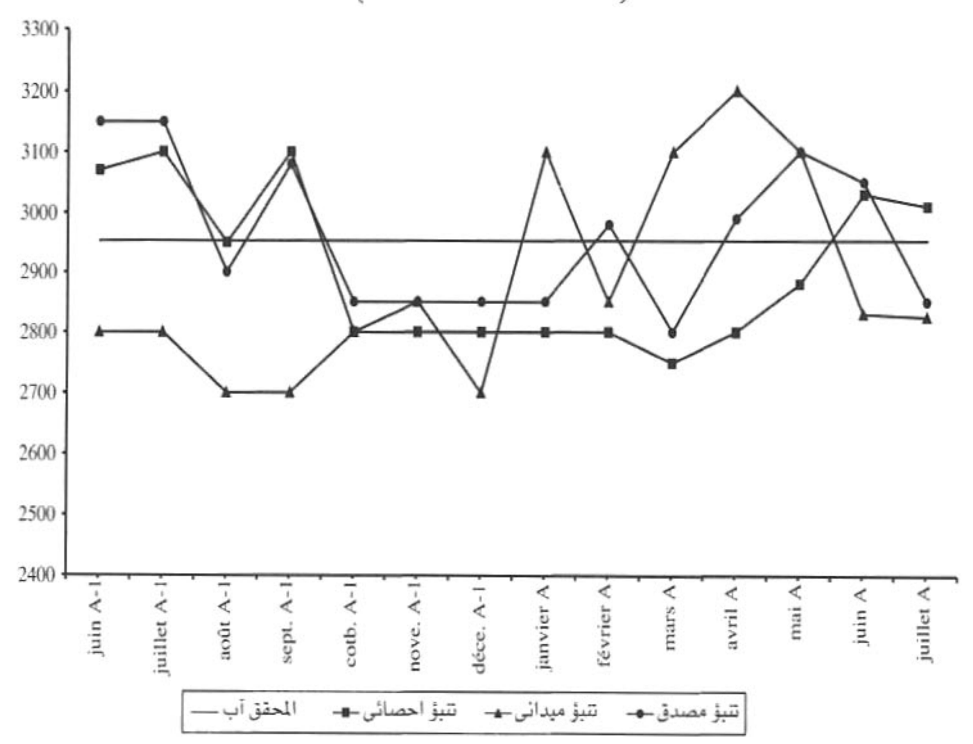
لنأخذ المثال التالى المتعلق بمنشـــأة تســـتخدم ثلاثة مصادر مختلفة لإجراء التنبؤ بمبيعاتها.

- التنبؤ الإحصائى باستخدام نموذج رياضى للتنبؤ.
- التنبؤ الميدانى الناتج عن استخدام ودمج تنبؤات العاملين بالسوق.
- التنبؤ المصادق عليه عبر فريق متخصص (فريق التنبؤ)، (الفصل ١ و١٠).

ويمكننا هنا أن نعرض الرسم البيانى لنتائج الطرائق المختلفة للتنبؤ للفترة الزمنية نفسها.

فمن أجل التنبؤ لشـــهر آب من العام A، يبين الشـــكل البيانى رقم (٣) نتائج التنبؤ المنزلق على مدى (١٤) شهراً.

الشكل البيانى رقم (٣) مقارنة بين القيمة المحققة وثلاثة أنواع من التنبؤات (إحصائى، ميدانى، مصدق) (الملف: *C11EX3.XLS*)



نلاحظ أن نتائج التنبؤ «الميداني» بقيت على مدى (١٢) شـهراً مقدرة بشـكل أقل من القيمة الحقيقية، ثم بقيت ثابتة نسبياً حتى الاقتراب من شهر آب؛ إذ اعتباراً منه تظهر تقلبات كبيرة. أما التنبؤ الإحصائى فإنه يتطور بشكل تدريجى إلى حد التقارب مع القيمة الحقيقية. وبخصوص التنبؤ المصادق عليه، فإنه يتوضع غالباً ما بين التنبؤ الإحصائى والتنبؤ الميدانى.

٣-٣- بعض المؤشرات المهمة:

فـى أنظمة التنبؤ المسـتندة إلى عدد كبيـر من المنتجات يجـب أن يكون لإداريى هـذه الأنظمة القدرة على تمييز بعض المؤشـرات غير الطبيعيـة التى تظهر فى أثناء تنفيذ البرنامج التى تسـتدعى منهم التدخل بشكل سريع لمعالجتها. نقترح هنا بعض المؤشرات العملية المتعلقة بنظام تنبؤ شهرى للمبيعات.

نعتبر التنبؤ المحتفظ به (مجموعة التنبؤات المتابعة والمخزنة) والمحقق من صحته من قبل المستخدِم كأسـاس للمقارنة، ويكون عدد التنبؤات المحتفظ بها مساوياً لـ $T = 12$. ومـن ثم فإن كل المؤشـرات يتم حسـابها على فترات التنبـؤ الـ (١٢) الأخيرة.

- الكشف عن القيم الشاذة وحذفها:

فى حال وجود أية قيمة من قيم السلسـلة الزمنية المصححة من التقلبات الفصلية CVS خـارج المجـال $\pm 2\sigma_x$ فذلك يدل على احتمـال كون تلك القيمة شـاذة أو غير طبيعية. (تمثل σ_x الانحراف المعيارى للسلسلة CVS).

- الارتفاع غير الطبيعى لخطأ التنبؤ:

فى حال تحقق $|EPS|_t / |MAD|_t > 3$ فذلك يشير إلى ارتفاع غير طبيعى فى خطأ التنبؤ.

- الانقطاع فى حركة الاتجاه العام:

هنا نستخدم المؤشر $SUMEPS$ (مجموع الأخطاء التراكمية، العودة إلى الفصل الثالث).

فـإذا تحقـق أن $|SUMEPS|_t / |MAD|_t > 3$ فذلـك يوحى باحتمـال وجود بعض التحيز.

أو إذا اســتخدمنا الاختبار الإحصائى التالى وكان لدينا: $\frac{\sqrt{T}}{2} < \frac{\sqrt{MSE_t}}{EPS}$ فإن ذلك أيضاً مؤشر للتحيز.

- **فعالية نموذج التنبؤ:**

هنا نستخدم المؤشر MSE (الخطأ التربيعى المتوسط).

إذا تحقق أن MSE_t أكبر من تباين سلسلة المبيعات المصححة من التقلبات الفصلية (σ_x^2)، فإن ذلك يشــير إلى عدم فعالية نموذج التنبؤ المســتخدم، وذلك لأن تباين خطأ التنبؤ أكبر من التباين الأساسى للسلسلة المراد التنبؤ بها.

إذن يتوجــب على القائم علــى عملية التنبؤ، عند كل إصــدار جديد من التنبؤات، أن يولى أهمية خاصة للســلع التــى تُظهر انحرافاً فى واحدة أو أكثر من المؤشــرات السابقة.

٤- مقارنة وتوفيق بين عدة طرائق للتنبؤ:

٤-١- مقارنة طرائق التنبؤ:

هناك عدة دراسات تتعلق بهذا الموضوع، وبشكل خاص فى الولايات المتحدة. فقد قام V.A.Mabert (١٩٧٨) بإجراء مقارنة على مدى عدة ســنوات للتنبؤات المعدة من قبل إداريى المنشــآت على أساس حدسى وباستخدام طرائق تنبؤ رياضية. بينت هذه الدراســة أفضلية للطرائق الأخيرة على اســتخدام التنبؤ الحدسى، وذلك على مدى عدة سنوات. هذه النتيجة لصالح طرائق التنبؤ الكمية كانت قد دُعمت بعدة دراسات أخرى فيما بعد (Armstrong, ١٩٨٦ ،Carbone et Gorr,١٩٨٥). بالمقابل فإن هناك استخداماً مســتمراً لطرائق التنبؤ الحدسية المستندة إلى أحكام إداريى المنشأة وعلى فريق البيع أكثر من الطرائق الكمية (Dalrymple, ١٩٨٧ ،Mentzer et Cox,١٩٨٤). وهذه الدراســات الأخيرة بينت أن سبب عدم استخدام الطرائق الكمية يعود إلى عدم التعود فى التعامل مع هذه الطرائق.

وفى دراســة أخرى شــملت مئات من كبرى المنشــآت الأميركية، قام Manrod et Sanders (١٩٩٤) بتحليــل التقنيات المســتخدمة فى التنبــؤ، ولقد تبين لهم أن معظم التقنيات المستخدمة فى الطرائق الكمية معروفة من قبل المنشآت، حيث إن (٦٪) فقط

من المستجوبين لم يكونوا يعلمون بالصقل الأسى أو بالانحدار. بالمقابل فإن موضوع توزيع السلسلة إلى مكوناتها الأساسية كان مجهولاً من قبل (٣٥٪) من المستجوبين وقرابة نصف المستجوبين يجهلون طريقة بوكس وجانكينز. وفى جراء ذلك، كان هناك استخدام كبير للمفاهيم المتعلقة بمركبة الاتجاه العام وللوسط المتحرك وللصقل والانحدار، ولكنه استخدام أقل لطريقة بوكس وجانكينز (٣٪ فقط من المنشآت). ولربما يعود السبب فى ذلك إلى عدم الرضا عن هذه الطريقة والذى أشار إليه (٤٨،٥٪) من المنشآت مقابل (٢٠٪) تقريباً بالنسبة للتنبؤ الحدسى، ولاستخدام تقنيات الانحدار. وقد تبين من هذه الدراسة أيضاً أن الأسباب الأساسية التى أشار إليها المستجوبون لصالح استخدام التقنيات الكمية تتمثل فى إدخال البيئة الخارجية (٣٨،٩٪) والمعطيات المتعلقة بالمنتَج (٢٩،٨٪)، وكذلك الأخذ بعين الاعتبار للتجربة السابقة (٢٥،٩٪). أما بخصوص طرائق التنبؤ الحدسية، فقد أشارت الدراسة إلى أن أسباب اللجوء إليها يعود إلى سهولة استخدامها وإلى تكلفتها المنخفضة وإلى صعوبة الحصول على المعطيات اللازمة لاستخدام الطرائق الكمية.

وبخصوص طرائق التقدير الكمية فإن هناك جدلاً داخل هذه الطرائق يتعلق بالجودة المتعلقة باستخدام، التحليل الخارجى، والتحليل الداخلى فى هذه الطرائق. وهذا النقاش قديم، ففى عام ١٩٥١ أشار Christ إلى أنه فى حال حصول تقلبات هيكلية فإن النماذج الاقتصادية القياسية ليست أفضل من تحليل السلاسل الزمنية. وفى دراسة أخرى فى العام ١٩٧٢، اعتبر Cooper (١٩٧٢) أيضاً أن النماذج الاقتصادية القياسية ليست عموماً أفضل من التحليل الميكانيكى الصرف (تحليل داخلى). خلصت دراسات (Sanders et Manrodt, ١٩٩٤ ،Lee *et al.*, ١٩٩٣ ،Maclaughlin, ١٩٧٥) إلى نتيجة مفادها أن الطرائق الداخلية أفضل أداءً على المدى القصير وبشكل خاص تقنيات الصقل الأسى عندما يكون مجال التنبؤ محصوراً بين (١) و(٦) أشهر، أما بالنسبة للانحدار وللنماذج الاقتصادية القياسية فهى تبدو أفضل أداء للمجالات الزمنية الأطول من سنة.

بالخلاصة، يجب الإشارة إلى أن هذه الدراسات المقارنية قابلة للنقاش. فالتنبؤ الحدسى ليس تنبؤاً منافساً وإنما هو تنبؤ متمم للتنبؤ الكمى الذى يصبح أفضل أداءً فى حال الأخذ بعين الاعتبار للتنبؤ الحدسى. بالإضافة إلى ذلك، فإن عينات هذه الاختبارات محدودة ومقارنة النتائج ليست منسوبة إلى العينات. أخيراً، فإن تحليل السلاسل الزمنية الذى يختص بشكل أساسى بالمدى القصير وبمساعدة المعطيات الاقتصادية الجزئية ومعطيات المنشأة الشهرية يمكن أن يكون فى موقع تنافسى مع

النماذج الاقتصادية الكلية المســتخدمة بشــكل أساســى للمدى المتوسط والطويل من خلال المعطيات الاقتصادية الكلية الفصلية أو السنوية أو معطيات قطاع النشاط. إذن يجب أن يكون المســتخدِم حذراً فى لجوئه إلى الدراسات المقارنة عند اختياره لطريقة التنبؤ. وهذا الاختيار يرتبط بشــكل أســاس بقطاع النشــاط الممارس لدى المنشــأة وبمجال التنبؤ المراد.

٤-٢- توفيق بين طرائق التنبؤ:

من خلال قراءة الفقرة السابقة يتضح لنا عدم وجود طريقة مثالية للتنبؤ. وانطلاقاً مــن ذلك، فقد اقترح Granger (١٩٨٩) عدم اســتخدام طريقة واحــدة للتنبؤ وإنما توفيقاً من الطرائق المتاحة.

لنأخذ مثالاً يتعلق بالمتنبئ المتردد، فى جراء نتائج الاختبارات، فى استخدام الصقل الأســى أو نموذج تفســيرى ما. وهو لا يستطيع الاســتخلاص لأفضلية طريقة على أخرى، ويقرر استخدام التنبؤ الناتج عن توفيق لنتائج الطريقتين:

التنبؤ التوفيقى = ½ (التنبؤ بالصقل) + ½ (التنبؤ بالنموذج التفسيرى)

هنا تم اســتخدام معامل التثقيل لكلتا الطريقتين ½ بشــكل حدسى ولنحاول الآن البحث عن كيفية تحديده بشكل أمثل.

العلاقة العامة المستخدمة هى التالية:

$PC = k\,P1 + (1\text{-}k)\,P2$ حيث $0 < k < 1$

PC: التنبؤ التوفيقى.

$P1$: التنبؤ الناتج من الطريقة الأولى.

$P2$: التنبؤ الناتج من الطريقة الثانية.

k: معامل التثقيل.

ومن ثم فإن خطأ التنبؤ التوفيقى يساوى:

$$EPC = k\,EP1 + (1\text{-}K)\,EP2$$

ويُعطى تباين خطأ التنبؤ بالعلاقة التالية:

$$Var\,(EPC) = k^2\,Var\,(EP1) + (1\text{-}k)^2\,Var\,(EP2) + 2(1\text{-}k)\,k\,Cov\,(EP1, EP2)$$

حيث $Cov\ (EP1, EP2)$ يمثل تمام التباين (التباين المشترك) بين أخطاء التنبؤ للطريقتين.

وبالبحث عن تصغير تباين خطأ التنبؤ إلى الحد الأدنى، نحصل على النتيجة التالية عبر عمليات اشتقاق جزئى بالنسبة للمعامل k:

$$k = \frac{Var\ (EP2) - Cov\ (EP1, EP2)}{Var\ (EP1) + (Var2) - 2\ Cov\ (EP1, EP2)}$$

وفى حال عدم وجود ارتباط بين أخطاء التنبؤ الناتجة من الطريقتين، تصبح العلاقة السابقة على النحو التالى:

$$k = \frac{Var\ (EP2)}{Var\ (EP1) + (Var2)}$$

وبأخذنا للقيمة k الناتجة من إحدى العلاقتين السابقتين، يُبرهن[1] على أن تباين خطأ التنبؤ التوفيقى أقل من التباينات الناتجة من $P1$ و$P2$.

رغم أن هذه الطريقة تبدو فكرياً مشوقة، إلا أنها تبقى صعبة الاستخدام فى المجال الصناعى عندما يكون هناك معالجة لعدد كبير من سلاسل المبيعات.

٥- اختيار تقنية التنبؤ:

إن وجود طرائق متعددة للتنبؤ تجعل القائم على التنبؤ فى حيرة من أمره وخصوصاً أن بعض هذه الطرائق مكلفة. ولكن بشكل عام فإن التقنية الملائمة تتعلق بالهدف المنشود من التنبؤ وبنمط نشاط المنشأة.

٥-١- معايير الانتقاء:

هناك عدة عوامل يجب أخذها بعين الاعتبار عندما يكون هناك قرار بتثبيت نظام للتنبؤ:

- الهدف المراد من التنبؤ: تكون طريقة التنبؤ مختلفة تبعاً للهدف المراد منه. فطرح منتَج جديد فى السوق يستلزم تقديراً إجمالياً للسوق، فى حين أن التنبؤ بتأثير إستراتيجية تسويقية ما يستلزم نظام تنبؤ مميز يأخذ بعين الاعتبار العوامل المحتواة

(١) Granger, ١٩٨٩.

فى هذه الإستراتيجية. وبالطريقة نفسها، فإن عمليات التمديد الخارجى التى تحدد ما سيكون عليه المستقبل فى حال عدم إجراء أى تغيير من قبل المنشأة يكون غير كاف لإنجاز مخطط تحرك للمنشأة. إذن يوضح هذا المعيار الدقة والقوة (المرتبطة بدرجة التعقيد) للتقنية الممكن استخدامها وكذلك يوجه نحو الخيار المناسب.

- نمط المعطيات: إن الخيار بين معطيات المنشأة أو معطيات السوق وكذلك دورية المعطيات ودرجة دقتها تعتبر جميعها عناصر متغيرة تتعلق بنمط الطريقة المستخدمة للتنبؤ. فطرائق التنبؤ وآلية المعالجة تختلف تبعاً لنمط المعطيات (مخلّصة من التقلبات الفصلية، شهرية، فصلية، .... إلخ).
- المجال الزمنى للتنبؤ: يتعلق المجال الزمنى للتنبؤ بدورية المعطيات وبطول السلسلة الزمنية المستخدمة. وفى معظم الحالات، يعتبر المجال الزمنى شرطاً للنظام ويرتبط بالمعلومات المتاحة.
- التكلفة: عادة ما تحدد المنشأة حصة فى الميزانية مخصصة للدراسات المتعلقة بالتنبؤ. ومن ثم فإن نظام التنبؤ الواجب اختياره يجب أن يتفق مع الحصة المحجوزة له. مع العلم بأن التكلفة تتغير بشكل واضح مع التقنية المستخدمة.
- درجة التعقيد: عادة ما يتعلق اختيار المنشأة لنظام التنبؤ بدرجة الصعوبة لاستثمار هذا النظام أو لاستخدامه. ويرتبط هذا المعيار بالعنصر السابق المتعلق بالتكلفة.

٥-٢- الخيارات الأساسية الثلاثة:

بهدف التبسيط، يمكننا أن نُعرّف هنا ثلاث فئات من الطرائق الإرشادية المختلفة:

- التقنيات النوعية: وتُستخدم عندما تكون المعطيات نادرة أو ذات طبيعة نوعية. وتستدعى حكماً حدسياً بقصد تحويل المعطيات النوعية إلى تقديرات كمية.
- التمديد الخارجى للسلاسل الزمنية: وهذا يعنى عملية إسقاط للمسارات الزمنية للسلاسل المدروسة التى يجب أن تكون متاحة ويمكن استثمارها على عدة سنوات سابقة.
- النماذج التفسيرية: عندما نستطيع تحديد الارتباطات الزمنية بين السلسلة المراد التنبؤ بها وبين عناصر تفسيرية أخرى، فإننا نستخدم نموذجاً اقتصادياً قياسياً. وتعتبر هذه الطريقة الأفضل للتنبؤ بالتقلبات فى الحالة الاقتصادية العامة وكذلك فى حال الأخذ بعين الاعتبار للسياسة التسويقية.

٥-٣- تبدل التقنية المستخدمة تبعاً لمراحل دورة حياة المنتَج:

وفقاً لمقالة Chambers *et al.* (١٩٧٧) فإن تقنية التنبؤ المستخدمة تتغير أول بأول مع مراحل حياة المنتَج ضمن قطاع النشاط نفسه والمنشأة نفسها. يعرض الجدول رقم (٣) هذا التبدل مع الزمن.

الجدول رقم (٣) تبدل طريقة التنبؤ تبعاً لمرحلة حياة المنتَج

مرحلة حياة المنتَج	التصور (التطوير) I	طرح المنتَج II	النمو III	الإشباع IV
هدف التنبؤ	دراسة خصائص المنتج	السياسة التسعيرية	المبيعات	المبيعات
	الإستراتيجية طويلة الأمد	التوزيع	تخطيط الإنتاج	الحملات الترويجية والإعلانية
	الإنتاج	حجم الإنتاج		السعر
الطرائق الممكنة	طريقة دلفى	دراسات السوق	نموذج سببى بسيط	نموذج داخلى أو تمديد خارجى
	طريقة التشابه مع السابق	طريقة التشابه مع السابق		
	جدول تبادل بين الصناعات		منحنى منطقى	نموذج سببى
	دراسة السوق		دراسة السوق	تحليل الدورة الاقتصادية
	استطلاعات الرأى			دراسة السوق
	نموذج سببى على جزء من السوق			

يتعلق اختيار الطريقة فى المرحلة I بوضع المنتَج. فإذا كان منتَجاً جديداً لسوق موجود سابقاً، فإنه يتم استخدام الطرائق النوعية: دلفى Delphi، دراسات السوق، نظام التنبؤ على أساس استطلاعات رأى المستهلكين. فاستخدام الطرائق الكمية يحتاج إلى قواعد بيانات (المبيعات السابقة) والتى هى غير متوافرة فى هذه الحالة.

الأسئلة فى المرحلة II تكون من النمط التالى: ماذا يجب أن تكون إستراتيجيتنا التسويقية؟ ما الطاقة التشغيلية الضرورية؟ للإجابة عن هذه الأسئلة، فإننا لا نمتلك معلومات إضافية عن تلك المتاحة فى المرحلة I، ومن ثم فإن التقنيات هى تقريباً نفسها مع إمكانية أكثر لاستخدام الطرائق الإحصائية التى تصبح شيئاً فشيئاً ممكنة الاستخدام نتيجة القيم الحقيقية الأولية للبيع.

المرحلة III تبدو الأصعب كونها تقضى بالتنبؤ لمرحلة الانتقال من المرحلة الحالية إلى المرحلة التى سيبدأ المنتَج عندها بتحقيق نمو أقل. ومن خلال قيم المبيعات السابقة وتحليل الانحرافات يتكون لدينا قاعدة للبيانات تفيد فى استخدام طرائق كمية للتنبؤ. تشمل هذه الأخيرة إنشاء نموذج تفسيرى أو استخدام المنحنى المنطقى (المنحنى على شكل S) مع الاستفادة دائماً من دراسات السوق.و يحظر استخدام الطرائق الداخلية فى هذه المرحلة حيث لا يمكننا من خلال عمليات التمديد الخارجى توقع التغيرات فى مركبة الاتجاه العام.

أخيراً عندما يصل المنتج إلى مرحلة الإشباع، فإن ثباته يسمح باستخدام عدد كبير من الطرائق النوعية أو الكمية، وذلك تبعاً للهدف المتعلق بالمجال الزمنى وبالدقة وبالتكلفة.

نعرض فى الجدول رقم (٤) طرائق[1] التنبؤ وخصائصها المتعلقة بالدقة وبالمجال الزمنى وبفترة تنفيذها، ... إلخ. ولا يعتبر هذا الجدول التركيبى شاملاً للعملية التنبؤية وقد يشتمل على بعض الأخطاء التقريبية حول الدقة والمهلة الزمنية، ويفيد فى وضع التقنيات المستخدمة الواحدة تلو الأخرى وفقاً لتدرجهم حسب بعض المعايير.

(١) هذا الجدول مأخوذ من مقالة Chambers المشار إليها سابقاً.

الجدول رقم (٤) طرائق وخصائص

الطريقة	الدقة قصير الأجل ٠-١٢ شهر	الدقة متوسط الأجل ١٢شهر -٣ سنة	الدقة طويل الأجل ٣+ سنة	التعرف على تقلبات الحالة الاقتصادية	المهلة الزمنية	المعطيات الضرورية	أنماط التطبيقات	استخدام الحاسب
دلفى	+	++	+++	نعم	٢-٦ شهر	تصميم استبانة، عينات استطلاعية	تنبؤ بسوق جديد، طرح منتَج	لا
دراسة السوق	+++	++	++	نعم	مثله	دراسة مستنديه تتعلق بالسوق	تنبؤ بسوق جديد، بالمبيعات، بالخيارات الإستراتيجية	لا
تشابه مع السابق	++	+	-	صعب	أسبوعان	سلسلة زمنية لعدة منتجات ولسنوات عدة	تنبؤ بسوق جديد	لا
صقل أسى	+	-	-	لا	يوم واحد	سلسلة زمنية لـ ٣ سنوات	تنبؤ بالمبيعات	نعم
بوكس جانكينز	++	-	-	-	لا	يوم واحد	تنبؤ بالمبيعات	نعم
نموذج انحدار	+++	++	-	نعم	شهر واحد	سلسلة زمنية لعدة سنوات	تنبؤ بالمبيعات، بالسوق، تثبيت سياسة تسويقية	نعم
جدول التبادل بين الصناعات	غير قابل للتطبيق	++	+	نعم	٥ أشهر	كميات كبيرة من المعلومات مأخوذة من الحسابات القومية	تنبؤ بأرقام الأعمال لأصناف المنتَج أو للتقسيمات حسب القطاعات	نعم
نموذج قياسى بمعاملات آنية	معقد جداً	+++	++	نعم	٦ أشهر	سلسلة زمنية نصف سنوية أو سنوية على عدد من السنوات	تنبؤ بالسوق	نعم

خاتـمة

لقـد عرضنا فى هذا الكتاب مجموعة من الطرائق والتطبيقات الخاصة بموضوع التنبؤ، وقد تقدم للمسـؤولين عن إعداد التنبؤ فى المنشـأة قاعدة أساسـية للتفكير واتخاذ القرار بخصوص نظام التنبؤ المناسب.

ونحن هنا لا ندعى الشمولية فى الطرح وخصوصاً بالنسبة لموضوع شديد الاتساع وهـو التنبؤ بالمبيعات، وفى الوقت نفسـه لـم نقلل من أهمية هذا الطـرح. بالمقابل فإن الصعوبات المرتبطة بالظواهر الاقتصادية والتنوعية فى القطاعات لم تسـمح لنا بالوصول إلى طريقة واحدة للتنبؤ تفى بجميع الاحتياجات. ولهذا السبب، فإن الأمثلة المسـتخلصة من حالات حقيقية للمنشأة تختلف فيما بينها بشكل واضح وتستلزم من ثم تقنيات مختلفة للمعالجة والحصول على التنبؤات المطلوبة، وهذا يبرهن على أن كل حالة تشكل جزءاً من فضاء متعدد الأوجه ويستلزم طريقة خاصة مناسبة له.

إن الانتشـار الواسع لوسـائل المعالجة الآلية للبيانات سـواء من ناحية قدرتها أو من ناحية الوصول السـهل لاستخدامها سـهّل كثيراً من عمل القائم على التنبؤ وأتاح لـه إجراء الحسـابات الضرورية بسـرعة كبيرة وفعالة وبأقل كلفـة. هذه الثورة فى المعلوماتيـة أدت إلى تغيير فى طريقة التفكير لـدى القائمين على التنبؤ، فقد أصبح التنبؤ الحدسـى متمماً أو مكملاً للتنبؤ المسـتند إلى طرائق علمية واسـتدعى إجراء مراجعة بالمعارف والعادات الموجودة سابقاً.

تبين لنا، من خلال بعض الأمثلة التطبيقية البسيطة، مقدار السهولة فى استخدام أنظمة كمية للتنبؤ، وهذا الاسـتخدام ليس أصعب من اسـتخدام الوسـائل البسيطة لمعالجة البيانات الإحصائية.

يتوافـر حالياً الكثير من البرمجيات الجاهزة المخصصة لإجراء التنبؤ بالمبيعات أو تلك الأكثر تكاملاً وتسـمح بالوصول إلى الحل الأمثل لكل مراحل العملية اللوجسـتية فى المنشـأة. ويستلزم استخدام هذه البرمجيات معرفة جيدة بأدواتها وحداً أدنى من المعلومات التى عرضناها فى هذا الكتاب.

فـى حال أدى إسـهامنا فى هذا الكتاب إلى تحسـين الإجـراءات المتعلقة باتخاذ القرارات داخل المنشـأة، فإننا نكون بذلك قد حققنـا هدفاً من الأهداف المرجوة من الكتاب، والهدف الثانى الذى سعينا إليه هو تدريب القارئ، طالباً كان أم رجل منشأة، على استخدام تقنيات التنبؤ الكمى على المدى القصير.



المراجع

ABRAHAM M.M, LODISH L.M., "PROMOTER: An automated promotion evaluation system", Marketing Science, 9(2), 1987, p.101-123.

ARMSTRONG J.S., " Research on forecasting: A quarter-century review", Interfaces, vol. 16, n 3, 1986, p. 89-103.

ASSMUS G., FARLEY J.U., LEHMANN D.R., "How advertising affect sales: Meta-analysis of econometric results", Journal of Marketing Research, 21, February 1984, p.65-74.

BECHU T., BERTRAND E., L'analyse technique – Pratique et méthodes, 4e éd. ; Economica ; 1999.

BOURBONNAIS R., Econométrie: cours et exercices corrigés, 3e éd. ; Dunod ; 2000.

BOURBONNAIS R., TERRAZA M., Analyse des séries temporelles en économie, PUF, 1998.

BOX G.E.P. JENKINS G.M., Times series analysis forecasting and control, San Francisco, Holden-Day, 1976.

BROOWN R.G., Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1963.

BROWN R.G., Statistical forecasting for inventory control, New York, McGraw-Hill, 1959.

CARBONE R., GORR W.L., " Accufacy of judgmental forecasting of time series" , Decision Sciences, vol. 16, n 2, 1985, p. 153-160.

CHAMBERS V.A. et al., " Choisissez votre technique de prévision", Harvard-L'Expansion, n 4, 1977.

CHATFIELD C., The Analysis of time series: theory and practice, 4e ed., London, Chapman and Hall, 1985.

CHOW G.G., " Technological change and the demand for computers", American Economic Review, vol. 57, 1967.

CHRIST C.F., " A test of an Econometric Model of the United States", 1921-1974, in Conference on Business Cycles, New York, NBER, 1951.

CLEVELAND W.S., DEVLIN S.J., " Calendar effects in monthly time series: modeling and adjustment", Journal of the American Statistical Association, vol. 77, 1982, p. 520-528.

COOPER R.L., "The predictive performance of quarterly econometric models of the United States", in Econometric Models of Cyclical Behavior, New York, NBER, 1972.

COUTROT B., DROESBEKE J-J., Les méthodes de prévision, 2e éd., Paris, Que Sais-je ? n 2157, 1990.

DALRYMPLE, D.J., " Sales forecasting practices – results from a United States survey ", International Journal of Forecasting, vol. 4, n 3, 1987, p. 51-59.

DAY G. S., " The product life cycle analysis and applications issues", Journal of Marketing, vol, 45, 1981, p. 60-67.

DELURGIO S. A., BHAME C.D., Forecasting systems for operations management, Business One Irwin, 1991.

DESMET P., LOBEZ F., " Modélisation du cycle de vie de produit: analyse comparative des principaux modèles », Non publié, IESEG, septembre 1983.

DOBSON F., MULLER V., " Models of new product diffusion through advertising and word-of-mouth", Management Science, vol. 15, November 1978.

DROESBEKE J-J., FICHET B., TASSI Ph., Séries chronologiques : théorie et pratique des modèles ARIMA, Paris, Economica, 1989.

DUBOIS P.L., JOLIBERT A., Le marketing, fondements et pratique, 3 éd., Paris, Economica, 1998.

ENDERS W., Applied econometric time series, J. Wiley, 1995.

FAIVRE J.P., SCHWOERER J., « Une nouvelle approche des choix des consommateurs, le modèle Trade-Off », Revue Française du Marketing, n 55, mars avril 1975, p. 33-53.

FARNOM N. R., STANTON L.W., Quantitative forecasting methods, PWS-Kent Publishing, 1989.

GEURTS M. D., IBRAHIM I.B., " Comparing the Box-Jenkins approach with the exponentially smoothed forecasting model", Journal of Marketing Research, vol. 12, May 1975, p. 182-188.

GRANGER C.W.J., Forecasting in business and economics, New York, Academic Press, 1980.

GRANGER C.W.J., NEWBOLD P., Forecasting economic time series, 2e ed., New York, Academic Press, 1986.

GROFF G.K., " Empirical comparison of models for short range forecasting", Management Science, vol. 20, September 1973.

GROSS D., RAY J.L., " A general purpose forecasting simulator", Management Science, vol. 20, April 1965.

GUADAGNI P.M., LITTLE J.D.C., " A logit model of brand choice calibrated on scanner data", Marketing Science, vol. 2, n 3, Summer 1983, p. 203-238.

GUPTA S., " Impact of sales promotions on when, what, and how much to buy", Journal of Marketing Research, vol. XXV, November 1988, p. 342-355.

GUPTA S., CHINTAGUNTA P., KAUL A., WITTINK D.R., " Do household scanner data provide representative inferences from brand choices: A comparison with store data", Journal of Marketing Research, vol. XXXIII, November 1996, p. 383-398.

HAMILTON J.D., Time series analysis, Princeton University Press, 1994.

HANKE J. E., PREITSCH A.G., Business forecasting, Allyn and Bacon, 1994.

HARRELL S.G., TAYLOR E.D., "Modeling the product life cycle for consumer durables", Journal of Marketing, vol. 45, Fall 1981, p. 68-75.

HOCH S.J, KIM B.D., MONTGOMERY A.L., ROSSI P.E., " Determinants of store-level price elasticity", Journal of Marketing Research, vol. XXXII, February 1995, p. 17-29.

JAMBU M., "Estimation et prédiction de la fidélité, de la durée de vie et de la valeur économique des clients par des techniques de datamining", Revue Française du Marketing, n 170, 19988/5, p. 67-80.

JARRETT J., Business forecasting methods, Basil Blackwell ; 1987.

JENKINS G.M., Practical experiences with modeling and forecasting time series, St Helier, GJP Publications, 1979.

Johnson R. M., " Trade-off analysis of consumer values", Journal of Marketing Research, vol, XI, May 1974, p. 121-127.

Jorgenson D. W., " The predictive performance of econometric models of quarterly investment behavior", Econometrica, March 1970.

Karande K.W., Kumar V., "The effects of brand characteristics and retailer policies on response to retail price promotions", Journal of retailing, vol. 71, n 3, 1995, p.249-295.

Kirpy R.M., " A comparison of short and medium range statistical forecasting methods", Management Science, vol. 4, 1966.

Krampf R.F., " The turning point problem in smoothing models", These de Doctorat, non publié, University de Cincinnati, 1972.

Lackman C.L., " Gompertz curve forecasting: a new product application", Journal of the market research society, January 1978.

Lambin J.J., Le marketing stratégique, Paris, McGraw-Hill, 1986.

Lee T.S., Cooper F.W., Adam E.E., "The effects of forecasting errors on the total costs of operations", Omega International Journal of Management Science, vol. 21, n 5, p. 541-550.

Levine A.H., " Forecasting techniques" , Management Accounting, January 1967.

Little J.D.C., " Cover story: An expert system to find the news in scanner data", expose au centre HEC-ISA dans le cadre de l'Association Française du Marketing, 21 octobre 1988.

Mabert V.A., " Statistical versus sales force", Working paper, Kronnert graduate School, Purdue University, 1975.

Mahajan V., Mueller C.W., " Innovation diffusion and new product growth models in marketing", Journal of Marketing, vol, 43, 1979.

Mahajan V., Peterson R.A., "Innovation diffusion in a dynamic potential adopter population", Management Science, November 1978.

Makridakis S., et al., "The accuracy of extrapolation (time series) methods: results of a forecasting competition", Journal of forecasting, April – June 1982.

MAKRIDAKIS S., WHEELWRIGHT S.S., MCGEE V.E., Forecasting: methods and applications, 2e ed., New York, Wiley, 1983.

MARICOURT R. de, "Prévision des ventes: Il faut faire confiance a vos vendeurs", Revue Française de Gestion, novembre décembre 1982.

MARICOURT R. de ; La prévision des ventes ; Paris ; PUF ; 1985.

MCLAUGHLIN R.L., "The real record of the econometric forecasting", Business Economics, vol. 10, n 3, 1975.

MELARD G., Méthodes de prevision a court terme, Bruxelles, Ellipses, 1990.

MENTZER J., COX J., "Familiarity, application and performance of sales forecasting techniques", Journal of Forecasting, vol. 3, n 1, 1984, p. 27-36.

MERUNKA D., Decisions Marketing, Paris, Dalloz, 1992.

MIDGLEY D.F., "Toward a theory of the product life cycle: explaining diversity", Journal of Marketing, vol. 45, Fall 1981, p. 109-115.

NAYLOR T. H., et al., « An alternative to econometric forecasting", International Statistical Review, vol. 62, November et December 1972.

NELSON C., "The prediction performance of the FRB-HII-PENN model of the US economy", American Economic Review, vol. 62, December 1972.

NESLIN S.A., " A market response model for coupon promotion", Marketing Science, 9(2), 1990, p. 125-145.

NEWBOLD P., GRANGER C.W.J., " Experience with forecasting univariate time series and the combination of forecasts", Journal of the Royal Statistical Society, series A, vol. 137, 1974.

PARFITT J.H., COLLINS B.J.K., "Use of consumer panels for brand share prediction", Journal of Marketing Research, 5(2), May 1968, p. 131-146.

PHILPS L. et al., Analyse chronologique, 3e ed., Edition universitaire, DeBoeck Université, 1990.

PINDYCK R.S., RUBINFELD D.L., Econometric models and economic forecasts, New York, McGraw-Hill, 1986.

QUALLS W., OLSHAVSY R.W., MICHAELS R.E., "Shortening of the PLC – An empirical test", Journal of Marketing, vol. 45, Fall 1981, p. 76-80.

RAINE J.E., " Self adaptative forecasting considered", Decision Sciences, April 1971.

REIBSTEIN D.J., TRAVER P.A., "Factors influencing coupon redemption rate", Journal of Marketing, 46, Autumn 1982, p. 102-113.

REID D.J., "Forecasting in action: a comparison of forecasting techniques", conference of Operation Research Society Group on long range planning and forecasting, 1971.

ROBERTS S.A., " A general class of Holt – Winters type forecasting models", Management Science, vol. 28, 1982, p. 808-820.

SANDERS N.R., MANRODT K.B., "Forecasting Practices in US corporations: Survey results", Interfaces, vol. 24, n 2, 1994, p. 92-100.

SHANKAR V., KRISHNAMURTHI L., "Relating price sensitivity to retailer promotional variables and pricing policy: An empirical analysis", Journal of Retailing, 72(3), 1996, p. 249-272.

SHISKIN J., Les signaux avertisseurs des récessions et des reprises, Paris, Gauthier – Villars, 1964.

SLUTZKY E., " The summation of random causes as the source of cyclic processes", Econometrica, vol. 5, 1937.

SPROLES G.B., "Analyzing fashion life cycles – principles and perspectives", Journal of Marketing, vol. 45, Fall 1981, p. 116-124.

TELLIS G.J., " Advertising exposure, loyalty, and brand purchase: A two – stage model of choice", Journal of Marketing Research, vol. XXV, May 1988a, p. 134-144.

TELLIS G.J., "The price elasticity of selective demand: A meta – analysis of econometric models of sales", Journal of Marketing Research, vol. XXV, November 1988b, p. 331-341.

TELLIS G.J., CRAWFORD C.M., " An evolutionary approach to product growth theory", Journal of Marketing, vol. 45, Fall 1981, p. 125-132.

TENENHAUS M., Méthode statistique en gestion, Dunod, 1994.

TERSINE R.J., Principles of inventory and materials management, Prentice Hall, 1994.

THEIL H., « A multinomial extension of the linear logit model», International Economic Review, 10, October 1969, p. 251-259.

THOMAS A., Econométrie des variables qualitatives, Paris, Dunod, 2000.

THORELLI H.B., BURNETT S.C., « The nature of product life cycle for industrial goods businesses", Journal of Marketing, vol. 45, Fall 1981, p. 97-108.

TIAO G.C., BOX G.E.P., « Modeling multiple time series with applications", Journal of the American Statistical Association, vol. 76, 1981, p. 802-816.

TIGERT D., FARIVAR B., «The Bass new product growth model: A sensitivity analysis for a high technology product", Journal of Marketing, vol. 45, Fall 1981, p. 81-90.

VALLIN Ph., La logistique: modèles et méthodes du pilotage des flux, Economica, 1999.

VATE M., Statistique chronologique et prévision, Economica, 1993.

VOLLE P., «Mesurer l'efficacité des promotions: modèles, données, méthodologies», Document du 6e Challenge de la Promotion des ventes, avril 1994.

WHEELWRIGHT S.C., MAKRIDAKIS S., Forecasting methods for management, 3e ed., New York, Wiley, 1985.

WINTERS P.R., «Forecasting sales by exponentially weighted moving averages", Management Science, vol. 6, 1960, p. 324-342.

WONNACOTT R.J., WONNACOTT T.H., Statistique, Economica, 1991.



الجداول الإحصائية

١- جدول التوزيع الطبيعى Laplace Gauss

٢- جدول توزيع ستيودنت Student

٣- جدول توزيع كاى مربع Chi-2

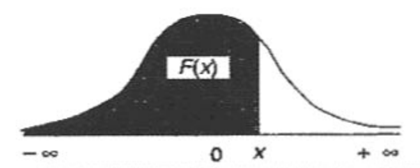
٤- جدول توزيع فيشر Fisher-Snedecor

٥- جدول توزيع فيشر Fisher-Snedecor (تتمة)

٦- جدول توزيع داربين واتسون Durbin-Watson

١- جدول الدالة التكاملية لقانون التوزيع الطبيعى:

(احتمال الحصول على قيمة أقل من x).



$$Fx = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du$$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,500 00	0,503 99	0,507 98	0,511 97	0,515 95	0,519 94	0,523 92	0,527 90	0,531 88	0,535 86
0,1	0,539 83	0,543 80	0,547 76	0,551 72	0,555 67	0,559 62	0.563 56	0,567 50	0,571 42	0,575 35
0,2	0,579 26	0,583 17	0,587 06	0,590 95	0,594 84	0,598 71	0,602 57	0,606 42	0,610 26	0,614 09
0,3	0,617 91	0,621 72	0,625 52	0,629 30	0,633 07	0,636 83	0,640 58	0,644 31	0,648 03	0,651 73
0,4	0,655 42	0,659 10	0,662 76	0,666 40	0,670 03	0,763 65	0,677 24	0,680 82	0,684 39	0,687 93
0,5	0,691 46	0,694 97	0,698 47	0,701 94	0,705 40	0,708 84	0,712 26	0,715 66	0,719 04	0,722 40
0,6	0,725 75	0,729 07	0,732 37	0,725 65	0,738 91	0,742 15	0,745 37	0,748 57	0,751 75	0,754 90
0,7	0,758 04	0,761 15	0,764 24	0,767 31	0,770 35	0,773 37	0,776 37	0,779 35	0,782 30	0,785 24
0,8	0,788 14	0,791 03	0,793 89	0,796 73	0,799 55	0,802 34	0,805 11	0,807 85	0,810 57	0,813 27
0,9	0,815 94	0,818 59	0,821 21	0,823 81	0,826 39	0,828 94	0,831 47	0,833 98	0,836 46	0,838 91
1,0	0,841 34	0,843 75	0,846 14	0,848 50	0,850 83	0,853 14	0,855 43	0,857 69	0,859 93	0,862 14
1,1	0,864 33	0,866 50	0,686 64	0,870 76	0,872 86	0,874 93	0,876 98	0,879 00	0,881 00	0,882 98
1,2	0,884 93	0,886 86	0,888 77	0,890 65	0,892 51	0,894 35	0,896 17	0,897 96	0,899 73	0,901 47
1,3	0,903 20	0,904 90	0,906 58	0,908 24	0,909 88	0,911 49	0,913 09	0,914 66	0,916 21	0,917 74
1,4	0,919 24	0,920 73	0,922 20	0,923 64	0,925 07	0,926 47	0,927 86	0,929 22	0,930 56	0,931 89
1,5	0,933 19	0,934 48	0,935 74	0,936 99	0,938 22	0,939 43	0,940 62	0,941 79	0,942 95	0,944 08
1,6	0,945 20	0,946 30	0,947 38	0,948 45	0,949 50	0,950 53	0,951 54	0,952 54	0,953 52	0,954 49
1,7	0,955 43	0,956 37	0,957 28	0,958 19	0,959 07	0,959 94	0,960 80	0,961 64	0,962 46	0,963 27
1,8	0,964 07	0,964 85	0,965 62	0,966 38	0,967 12	0,967 84	0,968 56	0,969 26	0,969 95	0,970 62
1,9	0,971 28	0,971 93	0,972 57	0,973 20	0,973 81	0,974 41	0,975 00	0,975 58	0,976 15	0,976 70
2,0	0,977 25	0,977 78	0,978 31	0,978 82	0,979 32	0,979 82	0,980 30	0,980 77	0,981 24	0,981 69
2,1	0,982 14	0,982 57	0,983 00	0,983 41	0,983 82	0,984 22	0,984 61	0,985 00	0,985 37	0,985 74
2,2	0,986 10	0,986 45	0,986 79	0,987 13	0,987 45	0,987 78	0,988 09	0,988 40	0,988 70	0,988 99
2,3	0,989 28	0,989 56	0,989 83	0,990 10	0,990 36	0,990 61	0,990 86	0,991 11	0,991 34	0,991 58
2,4	0,991 80	0,992 02	0,992 24	0,992 45	0,992 66	0,992 86	0,993 05	0,993 24	0,993 43	0,993 61
2,5	0,993 79	0,993 96	0,994 13	0,994 30	0,994 46	0,994 61	0,994 77	0,994 92	0,995 06	0,995 20
2,6	0,995 34	0,995 47	0,995 60	0,995 73	0,995 85	0,995 98	0,996 09	0,996 21	0,996 32	0,996 43
2,7	0,996 53	0,996 64	0,996 74	0,996 83	0,996 93	0,997 02	0,997 11	0,997 20	0,997 28	0,997 36
2,8	0,997 44	0,997 52	0,997 60	0,997 67	0,997 74	0,997 81	0,997 88	0,997 95	0,998 01	0,998 07
2,9	0,998 13	0,998 19	0,998 25	0,998 31	0,998 36	0,998 41	0,998 46	0,998 51	0,998 56	0,998 61

Table pour les grandes valeurs de x

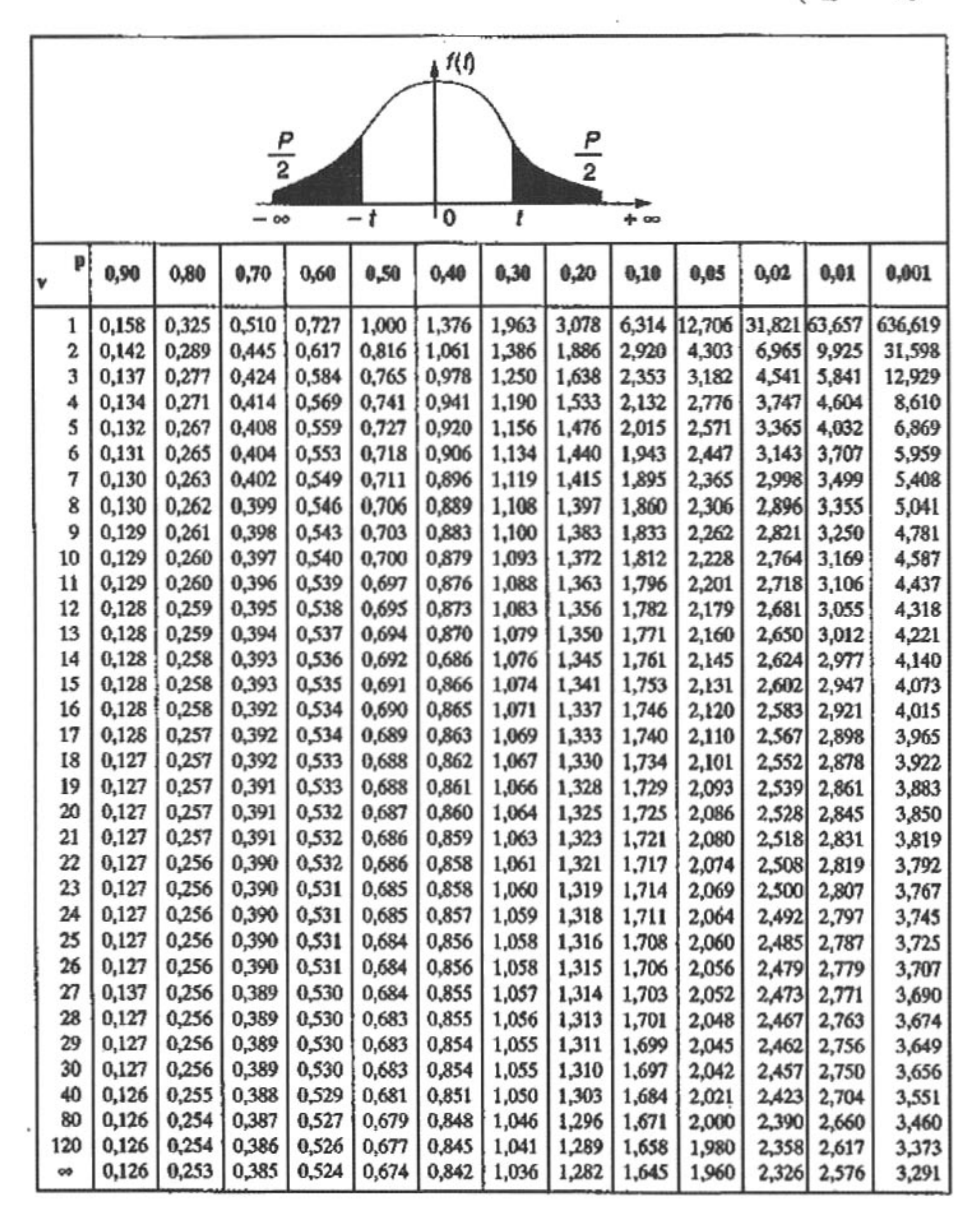
x	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0	4,5
F(x)	0,998 65	0,999 04	0,999 31	0,999 52	0,999 66	0,999 76	0,999 841	0,999 928	0,999 968	0,999 997

ملاحظـــة: يعطـــى الجدول قيم $F(x)$ من أجل x الموجبة. وعندما تكون ســـالبة، يجب حساب المتمم إلى الواحد للقيمة المقروءة فى الجدول.

مثال: من أجل $x = 1.37$ $\quad F(x) = 0.9147$ ومن أجل $x = -1.37$ $\quad F(x) = 0.08537$.

٢- جدول توزيع ستيودنت t:

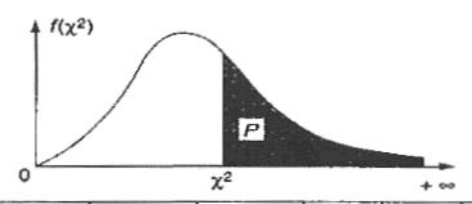
(القيم لـ t ذات الاحتمال P أن تكون متجاوزة بالقيمة المطلقة للقيمة المحسوبة عند ν درجة حرية).



ν \ P	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,929
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,260	0,397	0,540	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,260	0,396	0,539	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,128	0,259	0,395	0,538	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,259	0,394	0,537	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,258	0,393	0,536	0,692	0,686	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,258	0,393	0,535	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,258	0,392	0,534	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,257	0,392	0,533	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,257	0,391	0,532	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,137	0,256	0,389	0,530	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,649
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,656
40	0,126	0,255	0,388	0,529	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
80	0,126	0,254	0,387	0,527	0,679	0,848	1,046	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,126	0,254	0,386	0,526	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,126	0,253	0,385	0,524	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

٣- جدول توزيع كاى مربع (قانون توزيع بيرسون):

(القيم لـ x^2 ذات الاحتمال P أن تكون متجاوزة للقيمة المحسوبة).



v \ p	0,990	0,975	0,950	0,900	0,100	0,050	0,025	0,010	0,001
1	0,000 2	0,001 0	0,003 9	0,015 8	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,12	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,52
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,47	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,13
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,27	19,67	21,92	24,72	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,84	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,08	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,80	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,32
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,61	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,41	39,37	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,88	41,92	45,64	54,05
27	12,88	14,54	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	13,57	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70

عندما يكون $v > 30$ يمكننا قبول أن المقدار $\sqrt{2x^2} - \sqrt{2v - 1}$ يتبع توزيعاً طبيعياً مركزياً.

مثال: حساب القيمة x^2 الموافقة لاحتمال $p = 0.10$ عندما يكون $v = 41$. من خلال الجدول (١) نحسب x من أجل $p = 0.10$ فنجدها $x = 1.2816$. ومن ثم:

$$x^2 = \frac{[x + \sqrt{2v} - 1]^2}{2} = \frac{1}{2}\,[1.2816 + \sqrt{82} - 1]^2 = 52.85.$$

٤- جدول توزيع فيشر F:

(القيم لـ F ذات الاحتمال P أن تكون متجاوزة للقيمة المحسوبة ($F = S_1^2/S_2^2$)).

v_2	$v_1 = 1$		$v_1 = 2$		$v_1 = 3$		$v_1 = 4$		$v_1 = 5$	
	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01
1	161,40	4 052,00	199,50	4 999,00	215,70	5 403,00	224,60	5 625,00	230,20	5 764,00
2	18,51	98,49	19,00	99,00	19,16	99,17	19,25	99,25	19,30	99,30
3	10,13	34,12	9,55	30,81	9,28	29,46	9,12	28,71	9,01	28,24
4	7,71	21,20	6,94	18,00	6,59	16,09	6,39	15,98	6,26	15,52
5	6,61	16,26	5,79	13,27	5,41	12,06	5,19	11,39	5,05	10,97
6	5,99	13,74	5,14	10,91	4,76	9,78	4,53	9,15	4,39	8,75
7	5,59	12,25	4,74	9,55	4,35	8,45	4,12	7,85	3,97	7,45
8	5,32	11,26	4,46	8,65	4,07	7,59	3,84	7,01	3,69	6,63
9	5,12	10,56	4,26	8,02	3,86	6,99	3,63	6,42	3,48	6,06
10	4,96	10,04	4,10	7,56	3,71	6,55	3,48	5,99	3,33	5,64
11	4,84	9,65	3,98	7,20	3,59	6,22	3,36	5,67	3,20	5,32
12	4,75	9,33	3,88	6,93	3,49	5,95	3,26	5,41	3,11	5,06
13	4,67	9,07	3,80	6,70	3,41	5,74	3,18	5,20	3,02	4,86
14	4,60	8,86	3,74	6,51	3,34	5,56	3,11	5,03	2,96	4,69
15	4,54	8,68	3,68	6,36	3,29	5,42	3,06	4,89	2,90	4,56
16	4,49	8,53	3,63	6,23	3,24	5,29	3,01	4,77	2,85	4,44
17	4,45	8,40	3,59	6,11	3,20	5,18	2,96	4,67	2,81	4,34
18	4,41	8,28	3,55	6,01	3,16	5,09	2,93	4,58	2,77	4,25
19	4,38	8,18	3,52	5,93	3,13	5,01	2,90	4,50	2,74	4,17
20	4,35	8,10	3,49	5,85	3,10	4,94	2,87	4,43	2,71	4,10
21	4,32	8,02	3,47	5,78	3,07	4,87	2,84	4,37	2,68	4,04
22	4,30	7,94	3,44	5,72	3,05	4,82	2,82	4,31	2,66	3,99
23	4,28	7,88	3,42	5,66	3,03	4,76	2,80	4,26	2,64	3,94
24	4,26	7,82	3,40	5,61	3,01	4,72	2,78	4,22	2,62	3,90
25	4,24	7,77	3,38	5,57	2,99	4,68	2,76	4,18	2,60	3,86
26	4,22	7,72	3,37	5,53	2,98	4,64	2,74	4,14	2,59	3,82
27	4,21	7,68	3,35	5,49	2,96	4,60	2,73	4,11	2,57	3,78
28	4,20	7,64	3,34	5,45	2,95	4,57	2,71	4,07	2,56	3,75
29	4,18	7,60	3,33	5,42	2,93	4,54	2,70	4,04	2,54	3,73
30	4,17	7,56	3,32	5,39	2,92	4,51	2,69	4,02	2,53	3,70
40	4,08	7,31	3,23	5,18	2,84	4,31	2,61	3,83	2,45	3,51
80	4,00	7,08	3,15	4,98	2,76	4,13	2,52	3,65	2,37	3,34
120	3,92	6,85	3,07	4,79	2,68	3,95	2,45	3,48	2,29	3,17
∞	3,84	6,64	2,99	4,60	2,60	3,78	2,37	3,32	2,21	3,02

تمثل S_1^2 التباين الأكبر من التباينين المقدرين وباعتبار v_1 درجة حرية.

٥- جدول توزيع فيشر F (تتمة الجدول السابق):

(القيم لـ F ذات الاحتمال P أن تكون متجاوزة للقيمة المحسوبة ($F = S_1^2/S_2^2$)).

ν_2	$\nu_1 = 6$		$\nu_1 = 8$		$\nu_1 = 12$		$\nu_1 = 24$		$\nu_1 = \infty$	
	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01
1	234,40	5 859,00	238,90	5 981,00	243,90	6 106,00	249,00	6 234,00	254,30	6,366
2	19,33	99,33	19,37	99,36	19,41	99,42	19,45	99,46	19,50	99,50
3	8,94	27,91	8,84	27,49	8,74	27,05	8,64	26,60	8,53	26,12
4	6,16	15,21	6,04	14,80	5,91	14,37	5,77	13,93	5,63	13,46
5	4,95	10,67	4,82	10,27	4,68	9,89	4,53	9,47	4,36	9,02
6	4,28	8,47	4,15	8,10	4,00	7,72	3,84	7,31	3,67	6,88
7	3,87	7,19	3,73	6,84	3,57	6,47	3,41	6,07	3,23	5,65
8	3,58	6,37	3,44	6,03	3,28	5,67	3,12	5,28	2,93	4,86
9	3,37	5,80	3,23	5,47	3,07	5,11	2,90	4,73	2,71	4,31
10	3,22	5,39	3,07	5,06	2,91	4,71	2,74	4,33	2,54	3,91
11	3,09	5,07	2,95	4,74	2,79	4,40	2,61	4,02	2,40	3,60
12	3,00	4,82	2,85	4,50	2,69	4,16	2,50	3,78	2,30	3,36
13	2,92	4,62	2,77	4,30	2,60	3,96	2,42	3,59	2,21	3,16
14	2,85	4,46	2,70	4,14	2,53	3,80	2,35	3,43	2,13	3,00
15	2,79	4,32	2,64	4,00	2,48	3,67	2,29	3,29	2,07	2,87
16	2,74	4,20	2,59	3,89	2,42	3,55	2,24	3,18	2,01	2,75
17	2,70	4,10	2,55	3,79	2,38	3,45	2,19	3,08	1,96	2,65
18	2,66	4,01	2,51	3,71	2,34	3,37	2,15	3,00	1,92	2,57
19	2,63	3,94	2,48	3,63	2,31	3,30	2,11	2,92	1,88	2,49
20	2,60	3,87	2,45	3,56	2,28	3,23	2,08	2,86	1,84	2,42
21	2,57	3,81	2,42	3,51	2,25	3,17	2,05	2,80	1,81	2,36
22	2,55	3,76	2,40	3,45	2,23	3,12	2,03	2,75	1,78	2,31
23	2,53	3,71	2,38	3,41	2,20	3,07	2,00	2,70	1,76	2,26
24	2,51	3,67	2,36	3,36	2,18	3,03	1,98	2,66	1,73	2,21
25	2,49	3,63	2,34	3,32	2,16	2,99	1,96	2,62	1,71	2,17
26	2,47	3,59	2,32	3,29	2,15	2,96	1,95	2,58	1,69	2,13
27	2,46	3,56	2,30	3,26	2,13	2,93	1,93	2,55	1,67	2,10
28	2,44	3,53	2,29	3,23	2,12	2,90	1,91	2,52	1,65	2,06
29	2,43	3,50	2,28	3,20	2,10	2,87	1,90	2,49	1,64	2,03
30	2,42	3,47	2,27	3,17	2,09	2,84	1,89	2,47	1,62	2,01
40	2,34	3,29	2,18	2,99	2,00	2,66	1,79	2,29	1,51	1,80
80	2,25	3,12	2,10	2,82	1,92	2,50	1,70	2,12	1,39	1,60
120	2,17	2,96	2,01	2,66	1,83	2,34	1,61	1,95	1,25	1,38
∞	2,09	2,80	1,94	2,51	1,75	2,18	1,52	1,79	1,00	1,00

تمثل S_1^2 التباين الأكبر من التباينين المقدرين وباعتبار ν_1 درجة حرية.

٦- جدول توزيع داربن واتسون DW ($a = 5\%$):

n	$k=1$		$k=2$		$k=3$		$k=4$		$k=5$	
	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2
15	1,08	1,36	0,95	1,54	0,82	1,75	0,69	1,97	0,56	2,21
16	1,10	1,37	0,98	1,54	0,86	1,73	0,74	1,93	0,62	2,15
17	1,13	1,38	1,02	1,54	0,90	1,71	0,78	1,90	0,67	2,10
18	1,16	1,39	1,05	1,53	0,93	1,69	0,82	1,87	0,71	2,06
19	1,18	1,40	1,08	1,53	0,97	1,68	0,86	1,85	0,75	2,02
20	1,20	1,41	1,10	1,54	1,00	1,68	0,90	1,83	0,79	1,99
21	1,22	1,42	1,13	1,54	1,03	1,67	0,93	1,81	0,83	1,96
22	1,24	1,43	1,15	1,54	1,05	1,66	0,96	1,80	0,86	1,94
23	1,26	1,44	1,17	1,54	1,08	1,66	0,99	1,79	0,90	1,92
24	1,27	1,45	1,19	1,55	1,10	1,66	1,01	1,78	0,93	1,90
25	1,29	1,45	1,21	1,55	1,12	1,66	1,04	1,77	0,95	1,89
26	1,30	1,46	1,22	1,55	1,14	1,65	1,06	1,76	0,98	1,88
27	1,32	1,47	1,24	1,56	1,16	1,65	1,08	1,76	1,01	1,86
28	1,33	1,48	1,26	1,56	1,18	1,65	1,10	1,75	1,03	1,85
29	1,34	1,48	1,27	1,56	1,20	1,65	1,12	1,74	1,05	1,84
30	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83
31	1,36	1,50	1,30	1,57	1,23	1,65	1,16	1,74	1,09	1,83
32	1,37	1,50	1,31	1,57	1,24	1,65	1,18	1,73	1,11	1,82
33	1,38	1,51	1,32	1,58	1,26	1,65	1,19	1,73	1,13	1,81
34	1,39	1,51	1,33	1,58	1,27	1,65	1,21	1,73	1,15	1,81
35	1,40	1,52	1,34	1,58	1,28	1,65	1,22	1,73	1,16	1,80
36	1,41	1,52	1,35	1,59	1,29	1,65	1,24	1,73	1,18	1,80
37	1,42	1,53	1,36	1,59	1,31	1,66	1,25	1,72	1,19	1,80
38	1,43	1,54	1,37	1,59	1,32	1,66	1,26	1,72	1,21	1,79
39	1,43	1,54	1,38	1,60	1,33	1,66	1,27	1,72	1,22	1,79
40	1,44	1,54	1,39	1,60	1,34	1,66	1,29	1,72	1,23	1,79
45	1,48	1,57	1,43	1,62	1,38	1,67	1,34	1,72	1,29	1,78
50	1,50	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,77
55	1,53	1,60	1,49	1,64	1,45	1,68	1,41	1,72	1,38	1,77
60	1,55	1,62	1,51	1,65	1,48	1,69	1,44	1,73	1,41	1,77
65	1,57	1,63	1,54	1,66	1,50	1,70	1,47	1,73	1,44	1,77
70	1,58	1,64	1,55	1,67	1,52	1,70	1,49	1,74	1,46	1,77
75	1,60	1,65	1,57	1,68	1,54	1,71	1,51	1,74	1,49	1,77
80	1,61	1,66	1,59	1,69	1,56	1,72	1,53	1,74	1,51	1,77
85	1,62	1,67	1,60	1,70	1,57	1,72	1,55	1,75	1,52	1,77
90	1,63	1,68	1,61	1,70	1,59	1,73	1,57	1,75	1,54	1,78
95	1,64	1,69	1,62	1,71	1,60	1,73	1,58	1,75	1,56	1,78
100	1,65	1,69	1,63	1,72	1,61	1,74	1,59	1,76	1,57	1,78

تمثل k عدد المتغيرات الخارجية (بما فيها الحد الثابت) وT حجم العينة.

ترجمة المصطلحات

١- (فرنسى - إنجليزى - عربى):

هذه الترجمة لأهم المفردات المستخدمة فى مجال التنبؤ بالمبيعات و هى مرتبة حسب التسلسل الأبجدى باللغة الفرنسية وتشمل المقابل لها باللغة الإنجليزية[١] وباللغة العربية.

فرنسى	إنجليزى	عربى
Ajustement	Fit, fitting	توفيق المنحنى
Aléatoire (terme)	Random	عشوائى
Bruit blanc	White noise	ضجة بيضاء
Cycle de vie du produit	Product life cycle	دورة حياة المنتَج
Décalages temporels	Time lags	تأخيرات زمنية
Degrés de liberté	Degrees of freedom	درجات الحرية
Désaisonnalisation	Deseasonalization	نزع المركبة الفصلية
Données	Data	بيانات
Ecart-type	Standard deviation	انحراف معيارى
Echantillon	Sample	عينة
Filtrage	Filtering	تصفية
Indicateurs en avance	Leading indicators	مؤشرات تقديمية
Indicateurs retardes	Lagging indicators	مؤشرات تأخيرية
Lissage	Smoothing	صقل
Moyenne	Mean	متوسط حسابى
Moyenne mobile	Moving Average	متوسط متحرك
Prévision (prévoir)	Forecast (to forecast)	تنبؤ
Processus aléatoire	Random walk	سياق عشوائى
Saisonnier	Seasonal	فصلي
Série chronologique	Time series	سلسلة زمنية
Stationnaire	Stationary	استقرارية
Tendance	Trend	نزعة (مركبة اتجاه عام)
Variable muette	Dummy variable	متغير صامت
Variables explicatives	Explanatory variable	متغيرات تفسيرية

(١) تمت الإشارة فقط إلى المصطلحات الإنجليزية التى ترجمتها قد لا تكون واضحة بشكل مباشر.

٢- (عربى - إنجليزى - فرنسى):

هذه الترجمة لأهم المفردات المستخدمة فى مجال التنبؤ بالمبيعات وهى مرتبة حسب التسلسل الأبجدى باللغة العربية وتشمل المقابل لها باللغة الإنجليزية وباللغة الفرنسية.

فرنسى	إنجليزى	عربى
Stationnaire	Stationary	استقرارية
Ecart-type	Standard deviation	انحراف معيارى
Données	Data	بيانات
Décalages temporels	Time lags	تأخيرات زمنية
Filtrage	Filtering	تصفية
(Prévision (prévoir	(Forecast (to forecast	تنبؤ
Ajustement	Fit, fitting	توفيق المنحنى
Degrés de liberté	Degrees of freedom	درجات الحرية
Cycle de vie du produit	Product life cycle	دورة حياة المنتَج
Série chronologique	Time series	سلسلة زمنية
Processus aléatoire	Random walk	سياق عشوائى
Lissage	Smoothing	صقل
Bruit blanc	White noise	ضجة بيضاء
(Aléatoire (terme	Random	عشوائى
Echantillon	Sample	عينة
Saisonnier	Seasonal	فصلى
Indicateurs retardes	Lagging indicators	مؤشرات تأخيرية
Indicateurs en avance	Leading indicators	مؤشرات تقديمية
Variable muette	Dummy variable	متغير صامت
Variables explicatives	Explanatory variable	متغيرات تفسيرية
Moyenne	Mean	متوسط حسابى
Moyenne mobile	Moving Average	متوسط متحرك
Désaisonnalisation	Deseasonalization	نزع المركبة الفصلية
Tendance	Trend	نزعة (مركبة اتجاه عام)

المترجم فى سطور

د. أيمن نايف العشعوش.

- من مواليد سوريا ١٩٦٥م.

المؤهل العلمى:

- دكتوراه فى العلوم الاقتصادية - الاقتصاد القياسى للسلاسل الزمنية - من جامعة مونبيليه الأولى فى فرنسا ١٩٩٨م.

الوظيفة الحالية:

- أستاذ مساعد بإدارة البحوث والاستشارات بفرع المعهد بالمنطقة الشرقية.

الأنشطة العلمية:

- Metal prices and the business cycle, Resources Policy – (1999) 229-238.
- La recherche des cycles économiques dans les prix des métaux par l'analyse dynamique a plusieurs facteurs ; Document de travail N. 97-04 (1997) LAMETA – Montpellier – France.
- دراسة إحصائية تحليلية لكمية الهطول المطرى فى سوريا خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٠٢م باستخدام السياقات العشوائية (مع آخرين)، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الاقتصادية المجلد (٢٦) العدد (٢) ٢٠٠٤م.
- كتاب: أساليب كمية (١)، مع د. هنادى شمعون، برنامج التعليم المفتوح لإدارة الأعمال - كلية الاقتصاد - جامعة تشرين ٢٠٠٤م.

البريد الإلكترونى:
achoucha@ipa.edu.sa
ayman-achouch@hotmail.com

مراجع الترجمة فى سطور

د. صالح بن ضحوي العنزي.

- من مواليد عام ١٩٥٥م.

المؤهل العلمى:

- درجة الدكتوراه فى علوم اللغة الفرنسية من جامعة السوربون - باريس ٣ - فرنسا عام ١٩٨٨م.
- دكتوراه الحلقة الثالثة فى اللغويات الفرنسية جامعة غرنوبل - فرنسا عام ١٩٨٤م.

الوظيفة الحالية:

- أستاذ مشارك - قسم اللغات الأوروبية والترجمة - كلية اللغات والترجمة - جامعة الملك سعود بالرياض.

الأنشطة العلمية والعملية:

١- ترجمة بحث - من الفرنسية للعربية - لمجموعة من الأساتذة الفرنسيين عن تكاليف التعليم العالي فى فرنسا ١٩٩٨م.

٢- ترجمة كتاب (حقوق الإنسان وتطبيقاتها فى المملكة العربية السعودية) للفرنسية - تأليف الأستاذ الدكتور سليمان الحقيل - جامعة الإمام محمد بن سعود، نشر عام ١٤٢١هـ الرياض، مكتبة الملك فهد.

٣- ترجمة كتاب (دروس من القرآن الكريم) للشيخ صالح الفوزان ونشر فى دار المسلم بفرنسا ٢٠٠٦م.

٤- إعداد (معجم للمصطلحات الدعوية باللغة الفرنسية) منشور فى إدارة النشر والمطابع بجامعة الملك سعود، ١٤٢٦هـ.

٥- القيام بالترجمة الفورية والتتبعية.

٦- بحث بعنوان (تأثير المصطلحات متعددة المعانى فى اللغة الأم على تعلم مفردات اللغة الإنجليزية) نشر باللغة الفرنسية فى المجلة العالمية للغويات التطبيقية (Iral) ميونخ ١٩٩٨م. سلسلة اللغويات والترجمة عام ١٤٢١هـ.

٧- بحث بعنوان (إشكالية تعلم أجوبة الشرط فى الفرنسية) نشر باللغة الفرنسية فى مجلة أبحاث جامعة اليرموك - الأردن عام ١٩٩٨م.

٨- بحث بعنوان (تأثير الأفعال متعددة المعانى للغة الأجنبية فى عملية الترجمة) نشر باللغة الفرنسية فى مجلة جامعة الملك سعود - سلسلة اللغويات والترجمة عام ١٤٢٢هـ.

٩- بحث بعنوان (كيفية ترجمة مصطلحات البغض ذات البعد الثقافى الاجتماعى) نشر فى مجلة جامعة الملك سعود - سلسلة اللغويات والترجمة ١٤٢٤هـ.

١٠- بحث بعنوان (الظرفية فى الفرنسية من الكفاءة اللغوية إلى القدرة على الترجمة) نشر فى مجلة أبحاث جامعة اليرموك ٢٠٠٢م.

١١- بحث بعنوان (النمط الفعلى الشرطى فى الإنجليزية والفرنسية - تطبيق تدريس الإنجليزية والفرنسية للطلاب العرب) نشر بمجلة جامعة الملك سعود - سلسلة اللغويات والترجمة ١٤٢٦هـ.

١٢- المشاركة فى المؤتمر الدولى الثالث للغويات والآداب والترجمة المنعقد فى جامعة اليرموك - الأردن بورقة بحث بعنوان دراسة مقارنة لأجوبة الشرط فى الإنجليزية والفرنسية ١٩٩٦م.

١٣- إلقاء محاضرات خلال دورة موجهة لمدرسى ومدرسات اللغة الفرنسية فى الرياض عن وضع مهارات الكتابة لدى الطلبة السعوديين ١٤٢١هـ.

١٤- حضور مؤتمر وورشات العمل المصاحبة بعنوان (الوصف الإلكترونى للغة الفرنسية) مونتريال كندا ١٤٢٧هـ.

١٥- تنظيم ندوات فى كلية اللغات والترجمة تتعلق بمنهجية تدريس مقررات الترجمة ١٤٢٢-١٤٢٦هـ.

١٦- إعداد نشرات برامج باللغة الفرنسية للإذاعة السعودية - البرنامج الثانى - عن وضع المرأة فى المملكة، حقيقة وضع حقوق الإنسان فى الإسلام، الإسلام دين الوسطية، جهود المملكة لمكافحة الإرهاب، سياسة التعليم في المملكة ....، وذلك منذ عام ١٤٢٤هـ حتى الآن.

١٧- نشر عدة مقالات فى مجلة اليمامة عام ٢٠٠٠م عن الرواية العربية فى الغرب.



تم التصميم والإخراج الفنى والطباعة فى
الإدارة العامة للطباعة والنشر بمعهد الإدارة العامة - ١٤٢٩هـ

هذا الكتاب

يعتبر من الكتب الحديثة القليلة التى تعالج موضوع التنبؤ بالمبيعات، فهو يعرض عرضاً سهلاً الطرائق المختلفة للتنبؤ بالمبيعات وكيفية إنشاء نظام متكامل للتنبؤ والتحقق منه وتقييمه.

فبعد عرض مبسط للمفاهيم الإحصائية والاقتصادية القياسية الضرورية، يقترح المؤلفان عدة طرائق مختلفة للتنبؤ تبعاً لقطاع النشاط الذى تمارسه المنشأة. فنجد طريقة خاصة للتنبؤ من أجل السلع الصناعية وأخرى من أجل السلع ذات الاستهلاك الكبير والدائم. ولقد حرص المؤلفان على توضيح هذه الطرائق من خلال مجموعة من الأمثلة التطبيقية عن كل حالة. كما تمَّ عرض الآلية التفصيلية لإنشاء نظام متكامل للتنبؤ بدءاً بعملية جمع البيانات ومروراً بمفهوم نظام المعلومات ومن ثم تقييم جودة التنبؤ. كما تمَّ التعرض لآلية اختيار البرمجيات الحاسوبية الملائمة.

ولكى يستطيع القارئ استخدام طرائق التنبؤ المعروضة وإعادة حل التطبيقات الواردة فى الكتاب، استعرض المؤلفان بيانات الأمثلة والتمارين المحلولة على موقع الشبكة العنكبوتية التالى: *http://www.dauphine.fr/cip/pages/bournonnais/*.

أراد المؤلفان أن يقدما حلولاً لمسائل حقيقية تتعلق بمعطيات واقعية لبعض القطاعات الاقتصادية من خلال هذا الكتاب، إضافة إلى كونه أداة تعريفية للتنبؤ.

يُوجَّه هذا الكتاب بشكل عام إلى جميع المهنيين العاملين فى مجال التسويق والتمويل والتجارة وإلى طلاب العلوم الإدارية والاقتصادية وإلى المعاهد التجارية العليا.

ردمك : ٩٧٨ - ٩٩٦٠ - ١٤ - ١٦٧ - ١

تصميم وإخراج وطباعة الإدارة العامة للطباعة والنشر - معهد الإدارة العامة ١٤٢٩هـ